

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 9月17日
Date of Application:

出願番号 特願2002-269739
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2002-269739]

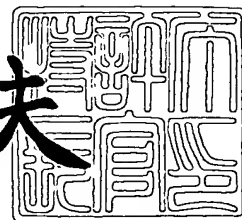
出願人 矢崎総業株式会社
Applicant(s):

Nobuhiro KAKUHARI, et al. Q77557
DESIGN SUPPORT SYSTEM
Filing Date: September 17, 2003
Darryl Mexic 202-293-7060
(1)

2003年 8月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3067531

【書類名】 特許願

【整理番号】 P84593-68

【提出日】 平成14年 9月17日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01R 5/16

【発明の名称】 設計支援システム

【請求項の数】 18

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県榛原郡榛原町布引原 2 0 6 - 1 矢崎部品株式会
社内

 【氏名】 角張 信広

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県榛原郡榛原町布引原 2 0 6 - 1 矢崎部品株式会
社内

 【氏名】 伊藤 直樹

【特許出願人】

 【識別番号】 000006895

 【氏名又は名称】 矢崎総業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100060690

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 瀧野 秀雄

 【電話番号】 03-5421-2331

【選任した代理人】

 【識別番号】 100097858

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 越智 浩史

 【電話番号】 03-5421-2331

【選任した代理人】

【識別番号】 100108017

【弁理士】

【氏名又は名称】 松村 貞男

【電話番号】 03-5421-2331

【選任した代理人】

【識別番号】 100075421

【弁理士】

【氏名又は名称】 垣内 勇

【電話番号】 03-5421-2331

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012450

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0004350

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 設計支援システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導線とコネクタ端子との接続設計を支援するための設計支援システムであって、

接続設計にかかる既知接続データと、当該既知接続データに対する前記接続設計にかかる未知の接続データとの関係が予め学習された推定手段を備え、

前記推定手段は、前記学習結果に基づき、前記既知接続データの入力に応じて、当該既知接続データに対する前記未知接続データを推定する

ことを特徴とする設計支援システム。

【請求項 2】 請求項 1 記載の設計支援システムであって、

前記推定手段は、複数のニューロンから構成される層が、入力層から中間層を介して出力層へ向かう方向に結合されている多層フィードフォワード型ニューラルネットワークから構成される

ことを特徴とする設計支援システム。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の設計支援システムであって、

前記導線と前記コネクタ端子とを圧着して接続するとき、

前記推定手段は、前記圧着後のクリンプ幅、クリンプ高さ、該クリンプ高さ方向の導線の圧縮率、前記導線－前記コネクタ端子間の固着力、前記導線－前記コネクタ端子間の接触抵抗のうち、何れかを未知接続データとして、前記学習が予め行われている

ことを特徴とする設計支援システム。

【請求項 4】 請求項 1 又は 2 記載の設計支援システムであって、

前記導線と前記コネクタ端子とを圧着して接続するとき、

前記推定手段は、前記圧着後のクリンプ幅を前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記クリンプ幅を推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記クリンプ幅を推定してクリンプ幅データを生成する C/W 推定手段と、

前記圧着後のクリンプ高さを前記未知接続データとして、前記学習が予め行わ

れていると共に、前記クリンプ高さを推定するのに必要な前記既知接続データの
入力に応じて、前記クリンプ高さを推定してクリンプ高さデータを生成するC/
H推定手段とを有し、

前記C/H推定手段には、前記C/W推定手段が生成したクリンプ幅データが
、前記クリンプ高さを推定するのに必要な前記既知接続データの少なくとも一部
として入力されている

ことを特徴とする設計支援システム。

【請求項5】 請求項4記載の設計支援システムであって、

前記推定手段は、前記圧着後のクリンプ高さ方向の導線の圧縮率を前記未知接
続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記圧縮率を推定するの
に必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記圧縮率を推定して圧縮率デー
タを生成する圧縮率推定手段をさらに有し、

前記圧縮率推定手段には、前記C/W推定手段が生成したクリンプ幅データ及
び前記C/H推定手段が生成したクリンプ高さデータが、前記圧縮率を推定する
のに必要な前記既知接続データの少なくとも一部として入力される

ことを特徴とする設計支援システム。

【請求項6】 請求項5記載の設計支援システムであって、

前記推定手段は、前記圧着後の前記導線—前記コネクタ端子間の固着力を前記
未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記固着力を推定
するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記固着力を推定して固着
力データとして生成する固着力推定手段をさらに有し、

前記固着力推定手段には、前記C/W推定手段が生成したクリンプ幅データ、
前記C/H推定手段が生成したクリンプ高さデータ及び前記圧縮率推定手段が生
成した圧縮率データが、前記固着力を推定するのに必要な前記既知接続データの
少なくとも一部として入力される

ことを特徴とする設計支援システム。

【請求項7】 請求項5記載の設計支援システムであって、

前記推定手段は、前記圧着後の前記導線—前記コネクタ端子間の接触抵抗を前
記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記接触抵抗を

推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記接触抵抗を推定して接触抵抗データとして生成する抵抗推定手段をさらに有し、

前記抵抗推定手段には、前記 C/W 推定手段が生成したクリンプ幅データ、前記 C/H 推定手段が生成したクリンプ高さデータ及び前記圧縮率推定手段が生成した圧縮率データが、前記接触抵抗を推定するのに必要な前記既知接続データの少なくとも一部として入力される

ことを特徴とする設計支援システム。

【請求項 8】 請求項 4～7 何れか 1 項記載の設計支援システムであって、前記 C/H 推定手段により生成されるクリンプ幅データと同等に、前記既知接続データとして前記推定手段に入力されるクリンプ幅データを、手入力するための入力手段をさらに

備えたことを特徴とする設計支援システム。

【請求項 9】 請求項 5～8 何れか 1 項記載の設計支援システムであって、前記 C/H 推定手段が生成したクリンプ高さデータの入力に応じて、前記クリンプ高さ及び当該クリンプ高さデータを中心とした所定範囲内に存在する所定数の離散値を、前記クリンプ高さデータとして、順次出力する順次出力手段をさらに備えた

ことを特徴とする設計支援システム。

【請求項 10】 請求項 1 又は 2 記載の設計支援システムであって、前記コネクタ端子に設けられたスロットに、絶縁被覆で覆われた前記導線を圧入して接続するとき、

前記推定手段は、前記圧入前のスロット幅、前記圧入後の前記スロットの付け根から前記導線中心までの高さである圧接高さ、前記導線にかかる荷重、前記導線－前記コネクタ端子間の引抜き力、前記導線－前記コネクタ間の接触抵抗のうち、何れかを前記未知接続データとして、前記学習が予め行われている

ことを特徴とする設計支援システム。

【請求項 11】 請求項 1 又は 2 記載の設計支援システムであって、前記コネクタ端子に設けられたスロットに、絶縁被膜で覆われた前記導線を圧入して接続するとき、

前記推定手段は、前記圧入前のスロット幅を前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記スロット幅を推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記スロット幅を推定してスロット幅データを生成するスロット幅推定手段と、

前記圧入後の前記スロットの付け根から前記導線中心までの高さである圧接高さを前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記圧接高さを推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記圧接高さを推定して圧接高さデータを生成する圧接高さ推定手段とを有し、

前記圧接高さ推定手段には、前記スロット幅推定手段が生成したスロット幅データが、前記圧接高さを推定するのに必要な前記既知接続データの少なくとも一部として入力されている

ことを特徴とする設計支援システム。

【請求項 12】 請求項 11 記載の設計支援システムであって、

前記推定手段は、前記圧入後の前記導線にかかる荷重を前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記荷重を推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記荷重を推定して荷重データを生成する荷重推定手段をさらに有し、

前記荷重推定手段には、前記スロット幅推定手段が生成したスロット幅データ及び前記圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータが、前記荷重を推定するのに必要な前記既知接続データの少なくとも一部として入力されている

ことを特徴とする設計支援システム。

【請求項 13】 請求項 12 記載の設計支援システムであって、

前記推定手段は、前記圧入後の前記導線－前記コネクタ端子間の引抜力を前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記引抜力を推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記引抜力を推定して引抜力データを生成する引抜力推定手段をさらに有し、

前記引抜力推定手段には、前記スロット幅推定手段が生成したスロット幅データ、前記圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータ及び前記荷重推定手段が生成した荷重データが、前記引抜力を推定するのに必要な前記既知接続データの少

なくとも一部として入力されている

ことを特徴とする設計支援システム。

【請求項 14】 請求項 12 記載の設計支援システムであって、

前記推定手段は、前記圧入後の前記導線-前記コネクタ端子間の接触抵抗を前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記接触抵抗を推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記接触抵抗を推定して接触抵抗データを生成する抵抗推定手段をさらに有し、

前記抵抗推定手段には、前記スロット幅推定手段が生成したスロット幅データ、前記圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータ及び前記荷重推定手段が生成した荷重データが、前記接触抵抗を推定するのに必要な前記既知接続データの少なくとも一部として入力されている

ことを特徴とする設計支援システム。

【請求項 15】 請求項 11～14 何れか 1 項記載の設計支援システムであって、

前記スロット幅推定手段により生成されるスロット幅データと同等に、前記既知接続データとして前記推定手段に入力されるスロット幅データを、手入力するための入力手段をさらに

備えたことを特徴とする設計支援システム。

【請求項 16】 請求項 12～15 何れか 1 項記載の設計支援システムであって、

前記圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータの入力に応じて、前記圧接高さデータ及び当該圧接高さデータを中心とした所定範囲内に存在する所定数の離散値を、前記圧接高さデータとして、順次出力する順次出力手段をさらに備えることを特徴とする設計支援システム。

【請求項 17】 請求項 11～15 何れか 1 項記載の設計支援システムであって、

前記スロット幅推定手段が生成したスロット幅データの入力に応じて、前記スロット幅データ及び当該スロット幅データを中心とした所定範囲内に存在する所定数の離散値を、前記スロット幅データとして、順次出力する順次出力手段を備

える

ことを特徴とする設計支援システム。

【請求項 18】 請求項 1～17 何れか 1 項記載の設計支援システムであって、

前記接続データの入力に応じて、前記既知接続データ及び当該既知接続データを中心とした所定範囲内で所定数の離散値を、前記既知接続データとして、順次に出力する順次出力手段を備える

ことを特徴とする設計支援システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、設計支援システムに係わり、特に、導線とコネクタ端子との接続する際に、実際の接続に先だって未知接続データを予め推定して接続設計を支援するための設計支援システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、導線とコネクタ端子とを電氣的に接続する方法として、例えば、コネクタ端子に設けられたバレルによって、導線を加締め圧着して接続する方法や、コネクタ端子に設けられたスロットに絶縁被覆に覆われた導線を圧入する方法などがある。

【0003】

まず、圧着による導線とコネクタ端子との接続方法について、以下説明する。圧着接続に用いられるコネクタ端子は、一般に、図 2（a）及び（b）に示すような構成になっている。同図に示すように、コネクタ端子 12 は、ワイヤバレル 12 A と、絶縁体バレル 12 B とを備えている。

【0004】

そして、上述したコネクタ端子 12 のワイヤバレル 12 A、絶縁体バレル 12 B 及び導線 11 A を、図 2（c）及び図 2（e）に示すように、クリンパ 14 A 及びアルビル 13 によって挟んだ後、圧力を加えることにより、ワイヤバレル 1

2 A によって、導線 11 A が加締め圧着されると共に、絶縁体バレル 12 B によって、導線 11 A を覆う絶縁被膜 11 B (図 2 (b) 参照) が加締め圧着され、図 2 (f) に示すように、コネクタ端子 12 と導線 11 A とが接続される。

【0005】

ところで、上述した圧着後のクリンプ高さ C/H (図 2 (f) 参照) と、圧着後の導線 11 A - コネクタ端子 12 間の固着力 F_1 又は接触抵抗 R_1 との関係は、図 11 に示すようになる。

【0006】

同図に示すように、固着力 F_1 は、クリンプ高さ C/H に対して上に凸の非線形特性を有するため、クリンプ高さ C/H の一定範囲に対して使用可能な固着力 F_1 が存在することになる。同様に、接触抵抗 R_1 はクリンプ高さ C/H に対して右上がりの非線形特性を有するため、クリンプ高さ C/H の一定範囲に対して使用可能な接触抵抗 R_1 が存在することになる。このような非線形特性を有する固着力 F_1 と接触抵抗 R_1 との関係から、固着力 F_1 、接触抵抗 R_1 共に使用可能とするクリンプ高さ C/H の範囲 (図 11 中に示す「最適クリンプ高さ」) が限定されることになる。

【0007】

そこで、従来では、例えば、新しい接続設計をする際、導線 11 A、コネクタ端子 12、アルビル 13 又はクリンパ 14 A などの設計を行う。そして、この設計された導線 11 A、コネクタ端子 12、アルビル 13 又はクリンパ 14 A を用いて、実際に、圧着接続を行った後、クリンプ高さ C/H や、固着力 F_1 、接触抵抗 R_1 などを計測して、最適な固着力 F_1 、接触抵抗 R_1 となるクリンプ高さ C/H が得られるか否かといった評価が実行される。得られない場合は、また、新たに、導線 11 A、コネクタ端子 12、アルビル 13 又はクリンパ 14 A などの設計を行った後、上述したことを繰り返し行う。

【0008】

次に、圧入 (圧接) による導線とコネクタ端子との接続方法について、以下説明する。圧入接続に用いられるコネクタ端子は、一般的に、図 8 に示すような構成になっている。同図に示すように、コネクタ端子 12 は、一対の圧接刃を有す

る電気接続部 12C を備えている（図 8（a）は圧接刃が 1 つのものを示し、（b）は圧接刃が 2 つのものを示す）。

【0009】

上述した一对の圧接刃間には、スロット 12D が形成され、このスロット幅 W が絶縁被膜 11B に覆われた導線 11A の外径より狭く形成されている。上述したスロット 12D に絶縁被膜 11B で覆われた導線 11A を圧入すると、圧接刃により絶縁被膜 11B が破られ、圧接刃と導線 11A が接触して、コネクタ端子 12 と導線 11A とが接続される。

【0010】

ところで、スロット幅 W を一定にしたときの上述した圧入後の圧接高さ l と、導線 11A－コネクタ端子 12 間の引抜力 F_2 又は接触抵抗 R_{21} 、 R_{22} （ R_{21} は接触抵抗の最大値、 R_{22} は接触抵抗の平均値）との関係は、図 10（a）に示すようになる。また、圧接高さ l を一定にしたときの上述した圧入前のスロット幅 W と、圧入後の導線 11A－コネクタ端子 12 間の引抜力 F_2 又は接触抵抗 R_{21} 、 R_{22} との関係は、図 10（b）に示すようになる。

【0011】

同図に示すように、引抜力 F_2 は圧接高さ l 及びスロット幅 W に対して上に凸の非線形特性を有するため、圧接高さ l 及びスロット幅 W の一定範囲に対して使用可能な引抜力 F_2 が存在することになる。同様に、接触抵抗 R_{21} 、 R_{22} は圧接高さ l 及びスロット幅 W に対して右上がりの非線形特性を有するため、圧接高さ l 及びスロット幅 W の一定範囲に対して使用可能な接触抵抗 R_{21} 、 R_{22} が存在することになる。

【0012】

このような非線形特性を有する引抜力 F_2 と接触抵抗 R_{21} 、 R_{22} との関係から、引抜力 F_2 及び接触抵抗 R_{21} 、 R_{22} 共に、使用可能とする圧接高さ l 及びスロット幅 W の範囲（図 10 中に示す「最適圧接高さ」「最適スロット幅」）が限定されることになる。

【0013】

そこで、従来、例えば、新しい接続設計をする際、導線 11A、コネクタ端子

12などの設計を行う。そして、この設計された導線11A、コネクタ端子12を用いて、実際に、圧入接続を行った後、圧接高さ l やスロット幅 W 、引抜力 F_1 や、接触抵抗 R_1 などを計測して、最適な引抜力 F_1 、接触抵抗 R_1 となる圧接高さ l 又はスロット幅 W が得られるか否かといった評価が実行される。得られない場合は、また、新たに、導線11A、コネクタ端子12などの設計を行った後、上述したことを繰り返し行う。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の導線-コネクタ端子の接続設計では、上述したように設計→実際に接続する→評価といったカットアンドトライを繰り返して最適なものを得る必要がある。このため、設計の経験があまりない者が上述した接続設計を行うと、希望のものを得るまで無駄な時間を費やすことが多くなり、設計期間が長くなったり、設計コストアップを招くという問題があった。

【0015】

そこで、本発明は、上記のような問題点に着目し、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる設計支援システムを提供することを課題とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するためになされた請求項1記載の発明は、導線とコネクタ端子との接続設計を支援するための設計支援システムであって、接続設計にかかる既知接続データと、当該既知接続データに対する前記接続設計にかかる未知の接続データとの関係が予め学習された推定手段を備え、前記推定手段は、前記学習結果に基づき、前記既知接続データの入力に応じて、当該既知接続データに対する前記未知接続データを推定することを特徴とする設計支援システムに存する。

【0017】

請求項1記載の発明によれば、接続設計にかかる既知接続データと、その既知接続データに対する接続設計にかかる未知の接続データとの関係が予め学習され

た推定手段が、学習結果に基づき、既知接続データの入力に応じて、既知接続データに対する未知接続データを推定する。従って、推定手段が、既知接続データの入力に応じて、未知接続データを推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいの未知接続データが得られるか設計者が把握することができる。

【0018】

請求項2記載の発明は、請求項1記載の設計支援システムであって、前記推定手段は、複数のニューロンから構成される層が、入力層から中間層を介して出力層へ向かう方向に結合されている多層フィードフォワード型ニューラルネットワークから構成されることを特徴とする設計支援システムに存する。

【0019】

請求項2記載の発明によれば、推定手段が、複数のニューロンから構成される層が、入力層から中間層を介して出力層へ向かう方向に結合されている多層フィードフォワード型ニューラルネットワークから構成される。従って、学習機能に優れた多層フィードフォワード型ニューラルネットワークを用いることにより、正確に未知接続データを推定することができる。

【0020】

請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の設計支援システムであって、前記導線と前記コネクタ端子とを圧着して接続するとき、前記推定手段は、前記圧着後のクリンプ幅、クリンプ高さ、該クリンプ高さ方向の導線の圧縮率、前記導線ー前記コネクタ端子間の固着力、前記導線ー前記コネクタ端子間の接触抵抗のうち、何れかを未知接続データとして、前記学習が予め行われていることを特徴とする設計支援システムに存する。

【0021】

請求項3記載の発明によれば、既知接続データの入力に応じて、未知接続データとして、圧着後のクリンプ幅、クリンプ高さ、クリンプ高さ方向の導線の圧縮率、導線ーコネクタ端子間の固着力、導線ーコネクタ端子間の接触抵抗のうち、何れかを推定して接続設計を支援することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいの未知接続データが得

られるか設計者が把握することができる。

【0022】

請求項4記載の発明は、請求項1又は2記載の設計支援システムであって、前記導線と前記コネクタ端子とを圧着して接続するとき、前記推定手段は、前記圧着後のクリンプ幅を前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記クリンプ幅を推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記クリンプ幅を推定してクリンプ幅データを生成するC/W推定手段と、前記圧着後のクリンプ高さを前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記クリンプ高さを推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記クリンプ高さを推定してクリンプ高さデータを生成するC/H推定手段とを有し、前記C/H推定手段には、前記C/W推定手段が生成したクリンプ幅データが、前記クリンプ高さを推定するのに必要な前記既知接続データの少なくとも一部として入力されていることを特徴とする設計支援システムに存する。

【0023】

請求項4記載の発明によれば、推定手段において、C/W推定手段が、圧着後のクリンプ幅を未知接続データとして、学習を予め行うとともに、クリンプ幅を推定するのに必要な既知接続データの入力に応じて、クリンプ幅を推定してクリンプ幅データを生成する。C/H推定手段が、圧着後のクリンプ高さを未知接続データとして、学習を予め行うとともに、クリンプ高さを推定するのに必要な既知接続データの入力に応じて、クリンプ高さを推定してクリンプ高さデータを生成する。さらに、C/H推定手段には、C/W推定手段が生成したクリンプ幅データが、クリンプ高さを推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として入力されている。

【0024】

従って、C/W推定手段、C/H推定手段が各々、既知接続データの入力に応じて、圧着後のクリンプ幅、クリンプ高さを推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいのクリンプ幅及びクリンプ高さが得られるか設計者が把握することができる。しかも、

C/W推定手段が生成したクリンプ幅データが、クリンプ高さを推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部としてC/H推定手段に入力されていることにより、設計者自身が、クリンプ幅を推定してC/H推定手段に入力する必要がない。

【0025】

請求項5記載の発明は、請求項4記載の設計支援システムであって、前記推定手段は、前記圧着後のクリンプ高さ方向の導線の圧縮率を前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記圧縮率を推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記圧縮率を推定して圧縮率データを生成する圧縮率推定手段をさらに有し、前記圧縮率推定手段には、前記C/W推定手段が生成したクリンプ幅データ及び前記C/H推定手段が生成したクリンプ高さデータが、前記圧縮率を推定するのに必要な前記既知接続データの少なくとも一部として入力されることを特徴とする設計支援システムに存する。

【0026】

請求項5記載の発明によれば、推定手段において、圧縮率推定手段が、圧着後の圧縮率を未知接続データとして、学習を予め行うとともに、圧縮率を推定するのに必要な既知接続データの入力に応じて、圧縮率を推定して圧縮率データを生成する。さらに、圧縮率推定手段には、C/W推定手段が生成したクリンプ幅データ及びC/H推定手段が生成したクリンプ高さデータが、圧縮率を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として入力されている。

【0027】

従って、圧縮率推定手段が、既知接続データの入力に応じて、圧着後の圧縮率を推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいの圧縮率が得られるか設計者が把握することができる。しかも、C/W推定手段が生成したクリンプ幅データ及びC/H推定手段が生成したクリンプ高さデータが、圧縮率を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として圧縮率推定手段に入力されていることにより、設計者自身が、クリンプ幅及びクリンプ高さを推定して圧縮率推定手段に入力する必要がない。

【0028】

請求項6記載の発明は、請求項5記載の設計支援システムであって、前記推定手段は、前記圧着後の前記導線－前記コネクタ端子間の固着力を前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記固着力を推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記固着力を推定して固着力データとして生成する固着力推定手段をさらに有し、前記固着力推定手段には、前記C／W推定手段が生成したクリンプ幅データ、前記C／H推定手段が生成したクリンプ高さデータ及び前記圧縮率推定手段が生成した圧縮率データが、前記固着力を推定するのに必要な前記既知接続データの少なくとも一部として入力されることを特徴とする設計支援システムに存する。

【0029】

請求項6記載の発明によれば、推定手段において、固着力推定手段が、圧着後の固着力を未知接続データとして、学習を予め行うとともに、固着力を推定するのに必要な既知接続データの入力に応じて、固着力を推定して固着力データを生成する。さらに、固着力推定手段には、C／W推定手段が生成したクリンプ幅データ、C／H推定手段が生成したクリンプ高さデータ及び圧縮率推定手段が推定した圧縮率データが、固着力を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として入力されている。

【0030】

従って、固着力推定手段が、既知接続データの入力に応じて、圧着後の固着力を推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいの固着力が得られるか設計者が把握することができ。しかも、C／W推定手段が生成したクリンプ幅データ、C／H推定手段が生成したクリンプ高さデータ及び圧縮率推定手段が推定した圧縮率データが、固着力を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として固着力推定手段に入力されていることにより、設計者自身が、クリンプ幅、クリンプ高さ、圧縮率を推定して固着力推定手段に入力する必要がない。

【0031】

請求項7記載の発明は、請求項5記載の設計支援システムであって、前記推定

手段は、前記圧着後の前記導線－前記コネクタ端子間の接触抵抗を前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記接触抵抗を推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記接触抵抗を推定して接触抵抗データとして生成する抵抗推定手段をさらに有し、前記抵抗推定手段には、前記C/W推定手段が生成したクリンプ幅データ、前記C/H推定手段が生成したクリンプ高さデータ及び前記圧縮率推定手段が生成した圧縮率データが、前記接触抵抗を推定するのに必要な前記既知接続データの少なくとも一部として入力されることを特徴とする設計支援システムに存する。

【0032】

請求項7記載の発明によれば、推定手段において、抵抗推定手段が、圧着後の接触抵抗を未知接続データとして、学習を予め行うとともに、接触抵抗を推定するのに必要な既知接続データの入力に応じて、接触抵抗を推定して接触抵抗データを生成する。さらに、抵抗推定手段には、C/W推定手段が生成したクリンプ幅データ、C/H推定手段が生成したクリンプ高さデータ及び圧縮率推定手段が推定した圧縮率データが、接触抵抗を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として入力されている。

【0033】

従って、抵抗推定手段が、既知接続データの入力に応じて、圧着後の接触抵抗を推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいの接触抵抗が得られるか設計者が把握することができる。しかも、C/W推定手段が生成したクリンプ幅データ、C/H推定手段が生成したクリンプ高さデータ及び圧縮率推定手段が推定した圧縮率データが、接触抵抗を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として抵抗推定手段に入力されていることにより、設計者自身が、クリンプ幅、クリンプ高さ、圧縮率を推定して抵抗推定手段に入力する必要がない。

【0034】

請求項8記載の発明は、請求項4～7何れか1項記載の設計支援システムであって、前記C/H推定手段により生成されるクリンプ幅データと同等に、前記既知接続データとして前記推定手段に入力されるクリンプ幅データを、手入力する

ための入力手段をさらに備えたことを特徴とする設計支援システムに存する。

【0035】

請求項8記載の発明によれば、入力手段を使って、C/H推定手段により生成されるクリンプ幅データと同等に、前記既知接続データとして推定手段に入力されるクリンプ幅データを、手入力することができる。従って、手入力したクリンプ幅データを使って、未知接続データの推定を行うことができる。

【0036】

請求項9記載の発明は、請求項5～8何れか1項記載の設計支援システムであって、前記C/H推定手段が生成したクリンプ高さデータの入力に応じて、前記クリンプ高さ及び当該クリンプ高さデータを中心とした所定範囲内に存在する所定数の離散値を、前記クリンプ高さデータとして、順次出力する順次出力手段をさらに備えたことを特徴とする設計支援システムに存する。

【0037】

請求項9記載の発明によれば、C/H推定手段が、順次出力手段を介して、クリンプ高さデータを、圧縮率推定手段、固着力推定手段又は抵抗推定手段に対して入力すれば、C/H推定手段が生成したクリンプ高さデータ及びそのクリンプ高さデータを中心とした複数の離散値に対応する圧縮率、固着力、接触抵抗を推定することができる。従って、設計者自身が、C/H推定手段により生成されたクリンプ高さデータを中心とした離散値を、圧縮推定手段、固着力推定手段又は抵抗推定手段に入力しなくても、順次出力手段が自動的に入力してくれる。

【0038】

請求項10記載の発明は、請求項1又は2記載の設計支援システムであって、前記コネクタ端子に設けられたスロットに、絶縁被覆で覆われた前記導線を圧入して接続するとき、前記推定手段は、前記圧入前のスロット幅、前記圧入後の前記スロットの付け根から前記導線中心までの高さである圧接高さ、前記導線にかかる荷重、前記導線－前記コネクタ端子間の引抜力、前記導線－前記コネクタ間の接触抵抗のうち、何れかを前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていることを特徴とする設計支援システムに存する。

【0039】

請求項 10 記載の発明によれば、既知接続データの入力に応じて、未知接続データとして、圧入前のスロット幅、圧入後のスロットの付け根から導線中心までの高さである圧接高さ、導線にかかる荷重、導線-コネクタ端子間の引抜き力、導線-コネクタ端子間の接触抵抗のうち、何れかを推定して接続設計を支援することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいの未知接続データが得られるか設計者が把握することができる。

【0040】

請求項 11 記載の発明は、請求項 1 又は 2 記載の設計支援システムであって、前記コネクタ端子に設けられたスロットに、絶縁被膜で覆われた前記導線を圧入して接続するとき、前記推定手段は、前記圧入前のスロット幅を前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記スロット幅を推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記スロット幅を推定してスロット幅データを生成するスロット幅推定手段と、前記圧入後の前記スロットの付け根から前記導線中心までの高さである圧接高さを前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記圧接高さを推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記圧接高さを推定して圧接高さデータを生成する圧接高さ推定手段とを有し、前記圧接高さ推定手段には、前記スロット幅推定手段が生成したスロット幅データが、前記圧接高さを推定するのに必要な前記既知接続データの少なくとも一部として入力されていることを特徴とする設計支援システムに存する。

【0041】

請求項 11 記載の発明によれば、推定手段において、スロット幅推定手段が、圧入前のスロット幅を未知接続データとして、学習を予め行うとともに、スロット幅を推定するのに必要な既知接続データの入力に応じて、スロット幅を推定してスロット幅データを生成する。圧接高さ推定手段が、圧入後の圧接高さを未知接続データとして、学習を予め行うとともに、圧接高さを推定するのに必要な既知接続データの入力に応じて、圧接高さを推定して圧接高さデータを生成する。さらに、圧接高さ推定手段には、スロット幅推定手段が生成したスロット幅デー

タが、圧接高さを推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として入力されている。

【0042】

従って、スロット幅推定手段、圧接高さ推定手段が各々、既知接続データの入力に応じて、圧入前のスロット幅、圧入後の圧接高さを推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいのスロット幅及び圧接高さが得られるか設計者が把握することができる。しかも、スロット幅推定手段が生成したスロット幅データが、圧接高さを推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として圧接高さ推定手段に入力されていることにより、設計者自身が、スロット幅を推定して圧接高さ推定手段に入力する必要がない。

【0043】

請求項12記載の発明は、請求項11記載の設計支援システムであって、前記推定手段は、前記圧入後の前記導線にかかる荷重を前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記荷重を推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記荷重を推定して荷重データを生成する荷重推定手段をさらに有し、前記荷重推定手段には、前記スロット幅推定手段が生成したスロット幅データ及び前記圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータが、前記荷重を推定するのに必要な前記既知接続データの少なくとも一部として入力されていることを特徴とする設計支援システムに存する。

【0044】

請求項12記載の発明によれば、推定手段において、荷重推定手段が、圧入後の荷重を未知接続データとして、学習を予め行うとともに、荷重を推定するのに必要な既知接続データの入力に応じて、荷重を推定して荷重データを生成する。さらに、荷重推定手段には、スロット幅推定手段が生成したスロット幅データ及び圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータが、荷重を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として入力されている。

【0045】

従って、荷重推定手段が、既知接続データの入力に応じて、圧入後の荷重を推

定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいの荷重が得られるか設計者が把握することができる。しかも、スロット幅推定手段が生成したスロット幅データ及び圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータが、荷重を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として荷重推定手段に入力されていることにより、設計者自身が、スロット幅及び圧接高さを推定して荷重推定手段に入力する必要がない。

【0046】

請求項13記載の発明は、請求項12記載の設計支援システムであって、前記推定手段は、前記圧入後の前記導線ー前記コネクタ端子間の引抜力を前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記引抜力を推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記引抜力を推定して引抜力データを生成する引抜力推定手段をさらに有し、前記引抜力推定手段には、前記スロット幅推定手段が生成したスロット幅データ、前記圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータ及び前記荷重推定手段が生成した荷重データが、前記引抜力を推定するのに必要な前記既知接続データの少なくとも一部として入力されていることを特徴とする設計支援システムに存する。

【0047】

請求項13記載の発明によれば、推定手段において、引抜力推定手段が、圧入後の引抜力を未知接続データとして、学習を予め行うとともに、引抜力を推定するのに必要な既知接続データの入力に応じて、引抜力を推定して引抜力データを生成する。さらに、引抜力推定手段には、スロット幅推定手段が生成したスロット幅データ、圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータ及び荷重推定手段が生成した荷重データが、引抜力を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として入力されている。

【0048】

従って、引抜力推定手段が、既知接続データの入力に応じて、圧入後の引抜力を推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいの引抜力が得られるか設計者が把握することができる。しかも、スロット幅推定手段が生成したスロット幅データ、圧接高さ推定

手段が生成した圧接高さデータ及び荷重推定手段が生成した荷重データが、引拔力を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として引拔力推定手段に入力されていることにより、設計者自身が、スロット幅、圧接高さ及び荷重を推定して引拔力推定手段に入力する必要がない。

【0049】

請求項14記載の発明は、請求項12記載の設計支援システムであって、前記推定手段は、前記圧入後の前記導線－前記コネクタ端子間の接触抵抗を前記未知接続データとして、前記学習が予め行われていると共に、前記接触抵抗を推定するのに必要な前記既知接続データの入力に応じて、前記接触抵抗を推定して接触抵抗データを生成する抵抗推定手段をさらに有し、前記抵抗推定手段には、前記スロット幅推定手段が生成したスロット幅データ、前記圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータ及び前記荷重推定手段が生成した荷重データが、前記接触抵抗を推定するのに必要な前記既知接続データの少なくとも一部として入力されていることを特徴とする設計支援システムに存する。

【0050】

請求項14記載の発明によれば、推定手段において、抵抗推定手段が、圧入後の接触抵抗を未知接続データとして、学習を予め行うとともに、接触抵抗を推定するのに必要な既知接続データの入力に応じて、接触抵抗を推定して接触抵抗データを生成する。さらに、抵抗推定手段には、スロット幅推定手段が生成したスロット幅データ、圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータ及び荷重推定手段が生成した荷重データが、接触抵抗を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として入力されている。

【0051】

従って、抵抗推定手段が、既知接続データの入力に応じて、圧入後の接触抵抗を推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいの接触抵抗が得られるか設計者が把握することができる。しかも、スロット幅推定手段が生成したスロット幅データ、圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータ及び荷重推定手段が生成した荷重データが、接触抵抗を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として抵抗推定手

段に入力されていることにより、設計者自身が、スロット幅、圧接高さ及び荷重を推定して抵抗推定手段に入力する必要がない。

【0052】

請求項15記載の発明は、請求項11～14何れか1項記載の設計支援システムであって、前記スロット幅推定手段により生成されるスロット幅データと同等に、前記既知接続データとして前記推定手段に入力されるスロット幅データを、手入力するための入力手段をさらに備えたことを特徴とする設計支援システムに存する。

【0053】

請求項15記載の発明によれば、入力手段を使って、スロット幅推定手段により生成されるスロット幅データと同等に、前記既知接続データとして推定手段に入力されるスロット幅データを、手入力することができる。従って、手入力したスロット幅データを使って、未知接続データの推定を行うことができる。

【0054】

請求項16記載の発明は、請求項12～15何れか1項記載の設計支援システムであって、前記圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータの入力に応じて、前記圧接高さデータ及び当該圧接高さデータを中心とした所定範囲内に存在する所定数の離散値を、前記圧接高さデータとして、順次出力する順次出力手段をさらに備えることを特徴とする設計支援システムに存する。

【0055】

請求項16記載の発明によれば、圧接高さ推定手段が、順次出力手段を介して、圧接高さデータを、荷重推定手段、引抜き力推定手段又は抵抗推定手段に対して入力すれば、圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータ及びその圧接高さデータを中心とした複数の離散値に対応する荷重、引抜き力、接触抵抗を推定することができる。従って、設計者自身が、圧接高さ推定手段により生成された圧接高さデータを中心とした離散値を、荷重推定手段、引抜き力推定手段又は抵抗推定手段に入力しなくても、順次出力手段が自動的に入力してくれる。

【0056】

請求項17記載の発明は、請求項11～15何れか1項記載の設計支援システ

ムであって、前記スロット幅推定手段が生成したスロット幅データの入力に応じて、前記スロット幅データ及び当該スロット幅データを中心とした所定範囲内に存在する所定数の離散値を、前記スロット幅データとして、順次出力する順次出力手段を備えることを特徴とする設計支援システムに存する。

【0057】

請求項17記載の発明によれば、スロット幅推定手段が、順次出力手段を介して、スロット幅データを、圧接高さ推定手段、荷重推定手段、引抜き力推定手段又は抵抗推定手段に対して入力すれば、スロット幅推定手段が生成したスロット幅データ及びそのスロット幅データを中心とした複数の離散値に対応する圧接高さ、荷重、引抜き力、接触抵抗を推定することができる。従って、設計者自身が、スロット幅推定手段により生成されたスロット幅データを中心とした離散値を、圧接高さ推定手段、荷重推定手段、引抜き力推定手段又は抵抗推定手段に入力しなくても、順次出力手段が自動的に入力してくれる。

【0058】

請求項18記載の発明は、請求項1～17何れか1項記載の設計支援システムであって、前記接続データの入力に応じて、前記既知接続データ及び当該既知接続データを中心とした所定範囲内で所定数の離散値を、前記既知接続データとして、順次に出力する順次出力手段を備えることを特徴とする設計支援システムに存する。

【0059】

請求項18記載の発明によれば、順次出力手段が、既知接続データの入力に応じて、既知接続データ及びその既知接続データを中心とした所定範囲内で所定数の離散値を、既知接続データとして、順次に出力する。従って、設計者自身が、接続データ及びその接続データを中心とした離散値を入力しなくても、入力した既知接続データ及びその既知接続データを中心とした離散値に対応する未知接続データを自動的に得ることができる。

【0060】

【発明の実施の形態】

第1実施形態

以下、本発明の第1実施形態を図面に基づき説明する。図1は、本発明の設計支援システム10の第1実施形態を示す図である。設計支援システム10は、図2に示すように、ワイヤや、ケーブルなどの導線11Aとコネクタ端子12とを圧着して接続する際に、実際の圧着接続に先立ってクリンプ幅 C/W 、クリンプ高さ C/H 、導線11Aの圧着方向の圧縮率、導線11A-コネクタ端子12間の固着力及び接触抵抗といった未知の接続設計に係る接続データを予め推定して接続設計を支援するためのシステムである。

【0061】

同図に示すように、設計支援システム10は、各々、多層フィードフォワード型ニューラルネットワークから構成される C/W 推定部20(= C/W 推定手段)、 C/H 推定部30(= C/H 推定手段)、圧縮率推定部40(=圧縮率推定手段)、固着力推定部50(=固着力推定手段)及び抵抗推定部60(=抵抗推定手段)を備えている。なお、固着力推定部50と抵抗推定部60とは前後逆に配置しても良いし、また1つの多層フィードフォワード型ニューラルネットワークで構成しても良い。

【0062】

同図に示すように、上記 C/W 推定部20は、コネクタ端子12の板厚 t を示す板厚データ10a、バレル長 L 1を示すバレル長データ10b、導線11Aの計算断面積を示す計算断面積データ10cを既知接続データとし、これらの既知接続データと、この既知接続データに対するクリンプ幅 C/W (=未知接続データに相当)との関係が予め学習されている。

【0063】

そして、 C/W 推定部20は、上記学習結果に基づき、板厚データ10a、バレル長データ10b、計算断面積データ10cの入力に応じて、これらのデータに対するクリンプ幅 C/W を推定して、クリンプ幅データ206aを生成し、 C/W 設定部21に対して出力する。 C/W 設定部21は、上記入力されたクリンプ幅データ206aをそのまま C/H 推定部30に対して出力する。

【0064】

また、 C/W 設定部21は、入力手段として働き、設計者によりクリンプ幅デ

ータ 206 a の入力があったとき、入力されたクリンプ幅データ 206 a を C/H 推定部 30 に対して出力することもできる。この C/W 設定部 21 により、C/W 推定部 20 が推定したクリンプ幅データ 206 a だけでなく、設計者が入力したクリンプ幅データ 206 a も、C/H 推定部 30 に対して出力することができる。また、C/W 推定部 20 は、上記入力された板厚データ 10 a、バレル長データ 10 b、計算断面積データ 10 c をそのまま C/H 推定部 30 に対して出力する。なお、クリンプ幅の単位は mm である。

【0065】

また、C/H 推定部 30 は、板厚データ 10 a、バレル長データ 10 b、計算断面積データ 10 c、クリンプ幅データ 206 a 及びアルビル 13 の半径 R を示すアルビル半径データ 10 d を既知接続データとし、これら既知接続データと、この既知接続データに対するクリンプ高さ C/H (= 未知接続データに相当) との関係が予め学習されている。

【0066】

そして、C/H 推定部 30 は、上記学習結果に基づき、板厚データ 10 a、バレル長データ 10 b、計算断面積データ 10 c、クリンプ幅データ 206 a 及びアルビル半径データ 10 d の入力に応じて、これらのデータに対するクリンプ高さ C/H を推定して、クリンプ高さデータ 306 a を生成し、順次出力部 70 (= 順次出力手段) を介して、圧縮率推定部 40 に対して出力する。

【0067】

順次出力部 70 は、入力してきたクリンプ高さデータ 306 a 及びこのクリンプ高さデータ 306 a を含む所定範囲内にある所定数の離散値を、クリンプ高さデータ 306 a として、順次出力する。具体的には、順次出力部 70 は、図 3 に示すように、入力してきたクリンプ高さデータ 306 a 及び 9 個の離散値、つまり、入力してきたクリンプ高さデータ 306 a を含んだ計 10 個の離散値が順次出力される。

【0068】

図 3 から明らかなように、この場合、上記所定範囲が、 $-5p \sim +4p$ に相当し、所定数が 9 に相当する。また、本実施形態では、順次出力部 70 は、入力さ

れたクリンプ高さデータ 306 a に対して、等間隔 p に離散している離散値を出力しているが、必ずしも等間隔である必要はない。

【0069】

また、C/H 推定部 30 は、上記入力された板厚データ 10 a、バレル長データ 10 b、計算断面積データ 10 c、クリンプ幅データ 206 a 及びアルビル半径データ 10 d をそのまま圧縮率推定部 40 に対して出力する。

【0070】

圧縮率推定部 40 は、板厚データ 10 a、バレル長データ 10 b、計算断面積データ 10 c、クリンプ幅データ 206 a、アルビル半径データ 10 d、クリンプ高さデータ 306 a、導線 11 A の素線本数を示す素線本数データ 10 e 及びコネクタ端子 12 の圧着長さを示す圧着長さデータ 10 f を既知接続データとし、これら既知接続データと、この既知接続データに対する圧着方向の導線 11 A の圧縮率（＝未知接続データに相当）との関係が予め学習されている。

【0071】

そして、圧縮率推定部 40 は、上記学習に基づき、板厚データ 10 a、バレル長データ 10 b、計算断面積データ 10 c、クリンプ幅データ 206 a、アルビル半径データ 10 d、クリンプ高さデータ 306 a、素線本数データ 10 e 及び圧着長さデータ 10 f の入力に応じて、これらデータに対する圧縮率を推定して、圧縮率データ 406 a を生成し、固着力推定部 50 に対して出力する。

【0072】

また、圧縮率推定部 40 は、上記入力された板厚データ 10 a、バレル長データ 10 b、計算断面積データ 10 c、クリンプ幅データ 206 a、アルビル半径データ 10 d 及びクリンプ高さデータ 306 a、素線本数データ 10 e 及び圧着長さデータ 10 f をそのまま固着力推定部 50 に対して出力する。

【0073】

固着力推定部 50 は、板厚データ 10 a、バレル長データ 10 b、計算断面積データ 10 c、クリンプ幅データ 206 a、アルビル半径データ 10 d、クリンプ高さデータ 306 a、素線本数データ 10 e、圧着長さデータ 10 f 及び圧縮率データ 406 a を既知接続データとし、これら既知接続データと、この既知接

続データに対する導線 11A-コネクタ端子 12 間の固着力 (= 未知接続データ) との関係が予め学習されている。

【0074】

そして、固着力推定部 50 は、上記学習に基づき、板厚データ 10a、バレル長データ 10b、計算断面積データ 10c、クリンプ幅データ 206a、アルビル半径データ 10d、クリンプ高さデータ 306a、素線本数データ 10e、圧着長さデータ 10f 及び圧縮率データ 406a の入力に応じて、これらデータに対する固着力を推定して、固着力データ 506a、506b (具体的には、506a は、固着力の平均値、506b は、固着力の平均値 - 3σ (標準偏差)) を生成する。

【0075】

また、固着力推定部 50 は、上記入力された板厚データ 10a、バレル長データ 10b、計算断面積データ 10c、クリンプ幅データ 206a、アルビル半径データ 10d、クリンプ高さデータ 306a、素数本線データ 10e、圧着長さデータ 10f 及び圧縮率データ 406a をそのまま抵抗推定部 60 に対して出力する。

【0076】

抵抗推定部 60 は、板厚データ 10a、バレル長データ 10b、計算断面積データ 10c、クリンプ幅データ 206a、アルビル半径データ 10d、クリンプ高さデータ 306a、素線本数データ 10e、圧着長さデータ 10f 及び圧縮率データ 406a を既知接続データとし、これら既知接続データと、この既知接続データに対する導線 11A-コネクタ端子 12 間の接触抵抗 (= 未知接続データに相当) との関係が予め学習されている。

【0077】

そして、抵抗推定部 60 は、上記学習に基づき、板厚データ 10a、バレル長データ 10b、計算断面積データ 10c、クリンプ幅データ 206a、アルビル半径データ 10d、クリンプ高さデータ 306a、素線本数データ 10e、圧着長さデータ 10f 及び圧縮率データ 406a の入力に応じて、これらデータに対する接触抵抗を推定して、接触抵抗データ 606a、606b (具体的には、6

06aは、接触抵抗の最大値、06bは、接触抵抗の平均値)を生成する。また、抵抗推定部60は、入力されたクリンプ高さデータ306aをそのまま出力する。

【0078】

上述した各推定部は、図4に示すように、複数のニューロンから構成される層が、入力層16Aから中間層16Bを介して出力層16Cへ向かう方向に結合されている多層フィードフォワード型ニューラルネットワークから構成されている。

【0079】

多層フィードフォワード型ニューラルネットワーク16の入力層16Aを構成する各ニューロンは、入力される既知接続データの数に応じて一対一に対応させて設けられている。また、入力層16Aを構成する各ニューロンは、中間層16Bを構成する全ニューロンの各々と結合され、中間層16Bを構成する全ニューロンは、出力層16Cを構成する全ニューロンの各々と結合されてなる。

【0080】

上記入力層16A、中間層16B及び出力層16Cを構成する全ニューロンは、各ニューロンに入力されるデータに、上記学習によって決定された重みを付けて、出力することにより、上記推定を行っている。また、この多層フィードフォワード型ニューラルネットワーク16における入力層16A－中間層16B間の伝達関数及び中間層16B－出力層16C間の伝達関数は、タンジェントシグモイド関数である。これにより、学習時間が短くかつ学習精度の高い学習機能やニューロ演算機能を有する設計支援システム10の構築が容易となる。

【0081】

上述した構成の設計支援システム10の動作について以下説明する。まず、設計者が図示しない入力装置を用いて板厚データ10a、バレル長データ10b、計算断面積データ10c、素数本線データ10e及び圧着長さデータ10fを設計支援システム10に入力する。

【0082】

上記板厚データ10a、バレル長データ10b、計算断面積データ10cの入

力に応じて、C/W推定部20は、クリンプ幅C/Wを推定し、クリンプ幅データ206aを生成して、C/W設定部21を介して、C/H推定部30に対して出力する。さらに、C/W推定部20は、入力された板厚データ10a、バレル長データ10b、計算断面積データ10cをそのままC/H推定部30に対して出力する。

【0083】

C/H推定部30は、C/W推定部20からの板厚データ10a、バレル長データ10b及び計算断面積データ10cの入力、C/W設定部21からのクリンプ幅データ206aの入力、そして、C/H推定部30によって推定されたクリンプ幅を見て、設計者が、入力装置を用いて入力されたアルビル半径データ10dの入力に応じて、クリンプ高さC/Hを推定し、クリンプ高さデータ306aを生成して、順次出力部70に対して出力する。

【0084】

順次出力部70は、クリンプ高さデータ306aの入力に応じて、図3に示すように、入力されたクリンプ高さデータ306aを含んだ計10個の離散値を、クリンプ高さデータ306aとして、順次、圧縮率推定部40に対して出力する。一方、C/H推定部30は、入力された板厚データ10a、バレル長データ10b、計算断面積データ10c、クリンプ幅データ206a及びアルビル半径データ10dをそのまま圧縮率推定部40に対して出力する。

【0085】

圧縮率推定部40は、C/H推定部30からの板厚データ10a、バレル長データ10b、計算断面積データ10c、クリンプ幅データ206a及びアルビル半径データ10dの入力、順次出力部70からの計10個のクリンプ高さデータ306aの入力、そして、入力装置を用いて入力された素数本線データ10e及び圧着長さデータ10fの入力に応じて、圧縮率を推定し、圧縮率データ406aを生成して、固着力推定部50に対して出力する。

【0086】

上述したように、順次出力部70は、図3に示すような10個の離散値をクリンプ高さデータ306aとして圧縮率推定部40に入力するため、圧縮率推定部

40は、各クリンプ高さデータ306aに応じた10個の圧縮率データ406aを生成して、固着力推定部50に対して出力する。

【0087】

また、圧縮率推定部40は、入力してきた板厚データ10a、バレル長データ10b、計算断面積データ10c、クリンプ幅データ206a、アルビル半径データ10d、クリンプ高さデータ306a、素線本数データ10e及び圧着長さデータ10fをそのまま固着力推定部50に対して出力する。

【0088】

固着力推定部50は、圧縮率推定部40からの板厚データ10a、バレル長データ10b、計算断面積データ10c、クリンプ幅データ206a、アルビル半径データ10d、クリンプ高さデータ306a、素線本数データ10e、圧着長さデータ10f及び圧縮率データ406aの入力に応じて、固着力を推定し、固着力データ506a、506bを生成する。

【0089】

上述したように、順次出力部70が、10個のクリンプ高さデータ306aを、圧縮率推定部40を介して、固着力推定部50に対して出力し、圧縮率推定部40が、10個の圧縮率データ406aを、固着力推定部50に対して出力するため、固着力推定部50は、上記10個のクリンプ高さデータ306a及び圧縮率データ406aに応じた10個の固着力データ506a、506bを出力する。

【0090】

また、固着力推定部50は、入力してきた板厚データ10a、バレル長データ10b、計算断面積データ10c、クリンプ幅データ206a、アルビル半径データ10d、クリンプ高さデータ306a、素線本数データ10e、圧着長さデータ10f及び圧縮率データ406aをそのまま抵抗推定部60に対して出力する。

【0091】

抵抗推定部60は、固着力推定部50からの板厚データ10a、バレル長データ10b、計算断面積データ10c、クリンプ幅データ206a、アルビル半径

データ 10 d、クリンプ高さデータ 306 a、素線本数データ 10 e、圧着長さデータ 10 f 及び圧縮率データ 406 a の入力に応じて、接触抵抗を推定し、接触抵抗データ 606 a、606 b を生成して出力する。

【0092】

上述したように、順次出力部 70 が、10 個のクリンプ高さデータ 306 a を、圧縮率推定部 40 及び固着力推定部 50 を介して、抵抗推定部 60 に対して出力し、圧縮率推定部 40 が、10 個の圧縮率データ 406 a を、固着力推定部 50 を介して、抵抗推定部 60 に対して出力するため、抵抗推定部 60 は、上記 10 個のクリンプ高さデータ及び圧縮率データに応じた 10 個の接触抵抗データ 606 a、606 b を出力する。

【0093】

上述した設計支援システム 10 を用いて、図 5 (a) に示すような接続データを入力すると、図 5 (b) に示すような推定データが得られる。設計支援システム 10 によって推定されたクリンプ高さデータ 206 a を横軸とし、このクリンプ高さデータ 206 a に対応して推定された圧縮率データ 406 a、接触抵抗データ 606 a 及び 606 b、固着力データ 506 a 及び 506 b を縦軸としてグラフを描くと、例えば、図 5 (c) に示すような圧着特性が得られる。

【0094】

従って、新しい接続設計をする際、導線 11 A の計算断面積、コネクタ端子 12 の板厚 t 、バレル長 L_1 、圧着長さ A_1 、アルビル 13 の半径 R の設計を行う。そして、この設計された導線 11 A、コネクタ端子 12、アルビル 13 を用いて、実際に、圧着接続を行う前に、この設計支援システム 10 によって、クリンプ高さ C/H や、固着力、接触抵抗などが推定されるため、実際に圧着接続を行わなくても、だいたいどれくらいのクリンプ高さ C/H 、固着力、接触抵抗が得られるか設計者が把握することができる。

【0095】

このため、設計者の経験に左右されることなく、導線 11 A とコネクタ端子 12 との接続設計を誰もが簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる。

【0096】

また、上述した設計支援システム10によれば、C/W推定部20が生成したクリンプ幅データ206aが、クリンプ高さC/Hを推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部としてC/H推定部30に入力されている。このため、設計者自身が、クリンプ幅C/Wを推定して、入力装置などを用いてC/H推定部30に入力する必要がなく、より一層、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる。

【0097】

また、上述した設計支援システム10によれば、C/W推定部20が生成したクリンプ幅データ206a及びC/H推定部30が生成したクリンプ高さデータ306aが、圧縮率を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として圧縮率推定部40に入力されている。このため、設計者自身が、クリンプ幅C/W及びクリンプ高さC/Hを推定して、入力装置などを用いて圧縮率推定部40に入力する必要がなく、より一層、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる。

【0098】

また、上述した設計支援システム10によれば、C/W推定部20が生成したクリンプ幅データ206a、C/H推定部30が生成したクリンプ高さデータ306a及び圧縮率推定部40が生成した圧縮率データ406aが、固着力を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として固着力推定部50に入力されている。このため、設計者自身が、クリンプ幅C/W、クリンプ高さC/H、圧縮率を推定して、入力装置などを用いて固着力推定部50に入力する必要がなく、より一層、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる。

【0099】

また、上述した設計支援システム10によれば、C/W推定部20が生成した

クリンプ幅データ 206 a、C/H 推定部 30 が生成したクリンプ高さデータ 306 a 及び圧縮率推定部 40 が生成した圧縮率データ 406 a が、接触抵抗を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として抵抗推定部 60 に入力されている。このため、設計者自身が、クリンプ幅 C/W、クリンプ高さ C/H、圧縮率を推定して、入力装置などを用いて抵抗推定部 60 に入力する必要がなく、より一層、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる。

【0100】

また、上述した設計支援システム 10 によれば、順次出力部 70 がクランプ高さデータ 306 a の入力に応じて、自動的に 10 個の離散値をクランプ高さデータ 306 a として出力している。このため、設計者自身が、C/H 推定部 30 により生成されたクランプ高さデータ 306 a を中心とした離散値を、圧縮率推定部 40 に入力しなくても、順次出力部 70 が自動的に入力してくれるので、簡単に、より詳しい接続特性を得ることができる。

【0101】

なお、上述した第 1 実施形態では、板厚データ 10 a、バレル長データ 10 b 及び計算断面積データ 10 c を、既知接続データとして、C/W 推定部 20 に対して入力していた。しかしながら、より一層、正確にクリンプ高さ C/H を推定するために、図 6 に示すように、導線 11 A の素線形態（標準、圧縮、同芯）を示す素線形態データ 10 g も既知接続データとして C/W 推定部 20 に入力して、学習・推定を行うようにしてもよい。

【0102】

さらに、C/H 推定部 30、圧縮率推定部 40、固着力推定部 50 及び抵抗推定部 60 に図 1 に示す既知接続データ以外に、コネクタ端子 12 の端子メッキ種類を示すメッキ種類データ 10 k、セレーション 12 E（図 2 参照）の寸法・形状を示すセレーションデータ 10 j、コネクタ端子 12 の縦弾性係数硬度などの材質を示す材質データ 10 h、クリンパ 14 A の半径 r を示すクリンパデータ 10 i を既知接続データとして入力して、学習・推定を行うようにしてもよい。

【0103】

また、上述した第1実施形態では、順次出力部70は、クリンプ高さデータ306aを順次出力するように配置されていた。しかしながら、必要であれば、順次出力部70を、クリンプ幅データ206aや、圧縮率データ406aを順次出力するように配置することも考えられる。

【0104】

第2実施形態

次に、本発明の第2実施形態を図面に基づき、説明する。図7は、本発明の設計支援システム10の第2実施形態を示す図である。設計支援システム10は、図8に示すように、コネクタ端子12に設けられたスロット12Dに、絶縁被覆11Bで覆われた導線11Aを圧入して接続する際、実際の圧入接続に先立ってスロット幅W、スロット12Dの付け根Tから導線11A中心までの高さである圧接高さ1、導線11Aにかかる圧入方向の圧接荷重、導線11A－コネクタ端子12間の引抜力及び接触抵抗といった未知の接続設計に係る接続データを予め推定して接続設計を支援するためのシステムである。

【0105】

同図に示すように、設計支援システム10は、各々、多層フィードフォワード型ニューラルネットワークから構成されるスロット幅推定部80（＝スロット幅推定手段）、圧接高さ推定部90（＝圧接高さ推定手段）、荷重推定部100（＝荷重推定手段）、引抜力推定部110（＝引抜力推定手段）及び抵抗推定部120（＝抵抗推定手段）を備えている。なお、引抜力推定部110と抵抗推定部120とは前後逆に配置しても良いし、また1つの多層フィードフォワード型ニューラルネットワークで構成しても良い。

【0106】

同図に示すように、上記スロット幅推定部80は、コネクタ端子12の板厚を示す板厚データ101、スロット12Dのビーム幅aを示すビーム幅データ10m、スロット深さ12を示すスロット深さデータ10n、スロット12Dのヤング率を示すヤング率データ10o及び導線11Aの導体断面積を示す導体断面積データ10pを既知接続データとし、これらの既知接続データと、この既知接続

データに対するスロット幅 W （＝未知接続データに相当）との関係が予め学習されている。

【0107】

そして、スロット幅推定部80は、上記学習結果に基づき、板厚データ101、ビーム幅データ10m、スロット深さデータ10n、ヤング率データ10o及び導体断面積データ10pの入力に応じて、これらのデータに対するスロット幅 W を推定して、スロット幅データ706aを生成し、スロット幅設定部81に対して出力する。スロット幅設定部81は、上記入力されたスロット幅データ706aをそのまま圧接高さ推定部90に対して出力する。

【0108】

また、スロット幅設定部81は、入力手段として働き、設計者によりスロット幅データ706aの入力があったとき、入力されたスロット幅データ706aを圧接高さ推定部90に対して出力することもできる。このスロット幅設定部81により、スロット幅推定部80が推定したスロット幅データ706aだけでなく、設計者が入力したスロット幅データ709aも、圧接高さ推定部90に対して出力することができる。また、スロット幅推定部80は、上記入力された板厚データ101、ビーム幅データ10m、スロット深さデータ10n、ヤング率データ10o及び導体断面積データ10pをそのまま圧接高さ推定部90に対して出力する。

【0109】

また、圧接高さ推定部90は、板厚データ101、ビーム幅データ10m、スロット深さデータ10n、ヤング率データ10o、導体断面積データ10p、スロット幅データ706a、導線11Aの素線径を示す素線径データ10q、素線本数を示す素線本数データ10r及び絶縁被覆11Bの硬さを示す被覆硬さデータ10sを既知接続データとし、これら既知接続データと、この既知接続データに対する圧接高さ l （＝未知接続データに相当）との関係が予め学習されている。

【0110】

そして、圧接高さ推定部90は、上記学習結果に基づき、板厚データ101、

ビーム幅データ 10 m、スロット深さデータ 10 n、ヤング率データ 10 o、導体断面積データ 10 p、スロット幅データ 706 a、素線径データ 10 q、素線本数データ 10 r 及び被覆硬さデータ 10 s の入力に応じて、これらのデータに対する圧接高さ l を推定して、圧接高さデータ 806 a を生成し、順次出力部 130 (=順次出力手段) を介して、荷重推定部 100 に対して出力する。

【0111】

順次出力部 130 は、入力してきた圧接高さデータ 806 a 及びこの圧接高さデータ 806 a を含む所定範囲内にある所定数の離散値を、圧接高さデータ 806 a として、順次出力する。具体的には、順次出力部 130 は、図 9 に示すように、入力してきた圧接高さデータ 806 a 及び 9 個の離散値、つまり、入力してきた圧接高さデータ 806 a を含んだ計 10 個の離散値が順次出力される。

【0112】

図 9 から明らかなように、この場合、上記所定範囲が、 $-5p \sim +4p$ に相当し、所定数が 9 に相当する。また、本実施形態では、順次出力部 130 は、入力された圧接高さデータ 806 a に対して、等間隔 p に離散している離散値を出力しているが、必ずしも等間隔である必要はない。

【0113】

また、圧接高さ推定部 90 は、上記入力された板厚データ 10 l、ビーム幅データ 10 m、スロット深さデータ 10 n、ヤング率データ 10 o、導体断面積データ 10 p、スロット幅データ 706 a、素線径データ 10 q、素線本数データ 10 r 及び被覆硬さデータ 10 s をそのまま荷重推定部 100 に対して出力する。

【0114】

荷重推定部 100 は、板厚データ 10 l、ビーム幅データ 10 m、スロット深さデータ 10 n、ヤング率データ 10 o、導体断面積データ 10 p、スロット幅データ 706 a、素線径データ 10 q、素線本数データ 10 r、被覆硬さデータ 10 s 及び圧接高さデータ 806 a を既知接続データとし、これら既知接続データと、この既知接続データに対する荷重 (=未知接続データに相当) との関係が予め学習されている。

【0115】

そして、荷重推定部100は、上記学習に基づき、板厚データ101、ビーム幅データ10m、スロット深さデータ10n、ヤング率データ10o、導体断面積データ10p、スロット幅データ706a、素線径データ10q、素線本数データ10r、被覆硬さデータ10s及び圧接高さデータ806aの入力に応じて、これらデータに対する荷重を推定して、荷重データ906aを生成し、引抜き推定部110に対して出力する。

【0116】

また、荷重推定部100は、上記入力された板厚データ101、ビーム幅データ10m、スロット深さデータ10n、ヤング率データ10o、導体断面積データ10p、スロット幅データ706a、素線径データ10q、素線本数データ10r、被覆硬さデータ10s及び圧接高さデータ806aをそのまま引抜き推定部110に対して出力する。

【0117】

引抜き推定部110は、板厚データ101、ビーム幅データ10m、スロット深さデータ10n、ヤング率データ10o、導体断面積データ10p、スロット幅データ706a、素線径データ10q、素線本数データ10r、被覆硬さデータ10s、圧接高さデータ806a及び荷重データ906aを既知接続データとし、これら既知接続データと、この既知接続データに対する引抜き力（＝未知接続データ）との関係が予め学習されている。

【0118】

そして、引抜き推定部110は、上記学習に基づき、板厚データ101、ビーム幅データ10m、スロット深さデータ10n、ヤング率データ10o、導体断面積データ10p、スロット幅データ706a、素線径データ10q、素線本数データ10r、被覆硬さデータ10s、圧接高さデータ806a及び荷重データ906aの入力に応じて、これらデータに対する引抜き力を推定して、引抜きデータ1006a、1006b（具体的には、1006aは、引抜き力の平均値、1006bは、引抜き力の平均値－3 σ （標準偏差））を生成する。

【0119】

また、引抜き力推定部 110 は、上記入力された板厚データ 101、ビーム幅データ 10m、スロット深さデータ 10n、ヤング率データ 10o、導体断面積データ 10p、スロット幅データ 706a、素線径データ 10q、素線本数データ 10r、被覆硬さデータ 10s、圧接高さデータ 806a 及び荷重データ 906a をそのまま抵抗推定部 120 に対して出力する。

【0120】

抵抗推定部 120 は、板厚データ 101、ビーム幅データ 10m、スロット深さデータ 10n、ヤング率データ 10o、導体断面積データ 10p、スロット幅データ 706a、素線径データ 10q、素線本数データ 10r、被覆硬さデータ 10s、圧接高さデータ 806a 及び荷重データ 906a を既知接続データとし、これら既知接続データと、この既知接続データに対する導線 11A-コネクタ端子 12 間の接触抵抗 (= 未知接続データに相当) との関係が予め学習されている。

【0121】

そして、抵抗推定部 120 は、上記学習に基づき、板厚データ 101、ビーム幅データ 10m、スロット深さデータ 10n、ヤング率データ 10o、導体断面積データ 10p、スロット幅データ 706a、素線径データ 10q、素線本数データ 10r、被覆硬さデータ 10s、圧接高さデータ 806a 及び荷重データ 906a の入力に応じて、これらデータに対する接触抵抗を推定して、接触抵抗データ 1106a、1106b (具体的には、1106a は、接触抵抗の最大値、1106b は、接触抵抗の平均値) を生成する。また、抵抗推定部 120 は、入力された荷重データ 906a をそのまま出力する。

【0122】

上述した各推定部は、図 4 について第 1 実施形態で説明したように、複数のニューロンから構成される層が、入力層 16A から中間層 16B を介して出力層 16C へ向かう方向に結合されている多層フィードフォワード型ニューラルネットワークから構成されている。

【0123】

上述した構成の設計支援システム 10 の動作について以下説明する。まず、設

計者が図示しない入力装置を用いて板厚データ 101、ビーム幅データ 10m、スロット深さデータ 10n、ヤング率データ 10o、導体断面積データ 10p、素線径データ 10q、素線本数データ 10r 及び被覆硬さデータ 10s を設計支援システム 10 に入力する。

【0124】

上記板厚データ 101、ビーム幅データ 10m、スロット深さデータ 10n、ヤング率データ 10o、導体断面積データ 10p の入力に応じて、スロット幅推定部 80 は、スロット幅 W を推定し、スロット幅データ 706a を生成して、スロット幅設定部 81 を介して、圧接高さ推定部 90 に対して出力する。さらに、スロット幅推定部 80 は、入力されたビーム幅データ 10m、スロット深さデータ 10n、ヤング率データ 10o、導体断面積データ 10p をそのまま圧接高さ推定部 90 に対して出力する。

【0125】

圧接高さ推定部 90 は、スロット幅推定部 80 からの板厚データ 101、ビーム幅データ 10m、スロット深さデータ 10n、ヤング率データ 10o 及び導体断面積データ 10p の入力、スロット幅設定部 81 からのスロット幅データ 706a の入力、そして、入力装置を用いて入力された素線径データ 10q、素線本数データ 10r 及び被覆硬さデータ 10s の入力に応じて、圧接高さ l を推定し、圧接高さデータ 806a を生成して、順次出力部 130 に対して出力する。

【0126】

順次出力部 130 は、圧接高さデータ 806a の入力に応じて、図 9 に示すように、入力された圧接高さデータ 806a を含んだ計 10 個の離散値を、圧接高さデータ 806a として、順次、荷重推定部 100 に対して出力する。一方、圧接高さ推定部 90 は、入力された板厚データ 101、ビーム幅データ 10m、スロット深さデータ 10n、ヤング率データ 10o、導体断面積データ 10p、スロット幅データ 706a、素線径データ 10q、素線本数データ 10r 及び被覆硬さデータ 10s をそのまま荷重推定部 100 に対して出力する。

【0127】

荷重推定部 100 は、圧接高さ推定部 90 からの板厚データ 101、ビーム幅

データ 10 m、スロット深さデータ 10 n、ヤング率データ 10 o、導体断面積データ 10 p、スロット幅データ 706 a、素線径データ 10 q、素線本数データ 10 r 及び被覆硬さデータ 10 s の入力、順次出力部 130 からの計 10 個の圧接高さデータ 806 a の入力に応じて、荷重を推定し、荷重データ 906 a を生成して、引抜き力推定部 110 に対して出力する。

【0128】

上述したように、順次出力部 130 は、図 9 に示すような 10 個の離散値を圧接高さデータ 806 a として荷重推定部 100 に入力するため、荷重推定部 100 は、各圧接高さデータ 906 a に応じた 10 個の荷重データ 906 a を生成して、引抜き力推定部 110 に対して出力する。

【0129】

また、荷重推定部 100 は、入力してきた板厚データ 10 l、ビーム幅データ 10 m、スロット深さデータ 10 n、ヤング率データ 10 o、導体断面積データ 10 p、スロット幅データ 706 a、素線径データ 10 q、素線本数データ 10 r、被覆硬さデータ 10 s 及び圧接高さデータ 806 a をそのまま引抜き力推定部 110 に対して出力する。

【0130】

引抜き力推定部 110 は、荷重推定部 100 からの板厚データ 10 l、ビーム幅データ 10 m、スロット深さデータ 10 n、ヤング率データ 10 o、導体断面積データ 10 p、スロット幅データ 706 a、素線径データ 10 q、素線本数データ 10 r、被覆硬さデータ 10 s、圧接高さデータ 806 a 及び荷重データ 906 a の入力に応じて、引抜き力を推定し、引抜き力データ 1006 a、1006 b を生成する。

【0131】

上述したように、順次出力部 130 が、10 個の圧接高さデータ 806 a を、荷重推定部 100 を介して、引抜き力推定部 110 に対して出力し、荷重推定部 100 が、10 個の荷重データ 906 a を、引抜き力推定部 110 に対して出力するため、引抜き力推定部 110 は、各圧接高さデータ 806 a 及び荷重データ 906 a に応じた 10 個の引抜き力データ 1006 a、1006 b を出力する。

【0132】

また、引抜き力推定部110は、入力してきた板厚データ101、ビーム幅データ10m、スロット深さデータ10n、ヤング率データ10o、導体断面積データ10p、スロット幅データ706a、素線径データ10q、素線本数データ10r、被覆硬さデータ10s、圧接高さデータ806a及び荷重データ906aをそのまま抵抗推定部120に対して出力する。

【0133】

抵抗推定部120は、引抜き力推定部110からの板厚データ101、ビーム幅データ10m、スロット深さデータ10n、ヤング率データ10o、導体断面積データ10p、スロット幅データ706a、素線径データ10q、素線本数データ10r、被覆硬さデータ10s、圧接高さデータ806a及び荷重データ906aの入力に応じて、接触抵抗を推定し、接触抵抗データ1106a、1106bを生成して出力する。

【0134】

上述したように、順次出力部130が、10個の圧接高さデータ806aを、荷重推定部100及び引抜き力推定部110を介して、抵抗推定部120に対して出力し、荷重推定部100が、10個の荷重データ906aを、引抜き力推定部110を介して、抵抗推定部120に対して出力するため、抵抗推定部120は、各圧接高さデータ806a及び荷重データ906aに応じた10個の接触抵抗データ1106a、1106bを出力する。

【0135】

上述した設計支援システム10によって推定された圧接高さデータ806aを横軸とし、この圧接高さデータ806aに対応して推定された引抜き力データ1006a、接触抵抗データ606a及び606bを縦軸としてグラフを描くと、例えば、図10(a)に示すような圧入（圧接）特性が得られる。

【0136】

従って、新しい規格の接続設計が申告されたとき、その申告内容に基づいて導線11Aの導体断面積、素線径、素線本数、被覆硬さ、コネクタ端子12の板厚t、ビーム幅a、スロット深さ12、ヤング率の設計を行う。そして、この設計

された導線 11A、コネクタ端子 12 を用いて、実際に、圧入（圧接）接続を行う前に、この設計支援システム 10 によって、圧接高さ 1 や、荷重、引抜力、接触抵抗などが推定されるため、実際に圧入接続を行わなくても、だいたいどれくらいの、圧接高さ 1 や、荷重、引抜力、接触抵抗が得られるか設計者が把握することができる。

【0137】

このため、設計者の経験に左右されることなく、導線 11A とコネクタ端子 12 との接続設計を誰もが簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる。

【0138】

また、上述した設計支援システム 10 によれば、スロット幅推定部 80 が生成したスロット幅データ 706a が、圧接高さ 1 を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として圧接高さ推定部 90 に入力されている。このため、設計者自身が、スロット幅 W を推定して、入力装置などを用いて圧接高さ推定部 90 に入力する必要がなく、より一層、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる。

【0139】

また、上述した設計支援システム 10 によれば、スロット幅推定部 80 が生成したスロット幅データ 706a 及び圧接高さ推定部 90 が生成した圧接高さデータ 806a が、荷重を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として荷重推定部 100 に入力されている。このため、設計者自身が、スロット幅 W、圧接高さ 1 を推定して、入力装置などを用いて荷重推定部 100 に入力する必要がなく、より一層、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる。

【0140】

また、上述した設計支援システム 10 によれば、スロット幅推定部 80 が生成したスロット幅データ 706a、圧接高さ推定部 90 が生成した圧接高さデータ

806a及び荷重推定部100が生成した荷重データ906aが、引抜力を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として引抜力推定部110に入力されている。このため、設計者自身が、スロット幅W、圧接高さl、荷重を推定して、入力装置などを用いて引抜力推定部110に入力する必要がなく、より一層、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる。

【0141】

また、上述した設計支援システム10によれば、スロット幅推定部80が生成したスロット幅データ706a、圧接高さ推定部90が生成した圧接高さデータ806a及び荷重推定部100が生成した荷重データ906aが、接触抵抗を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として抵抗推定部120に入力されている。このため、設計者自身が、スロット幅W、圧接高さl、荷重を推定して、入力装置などを用いて抵抗推定部120に入力する必要がなく、より一層、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる。

【0142】

また、上述した設計支援システム10によれば、順次出力部130が圧接高さデータ806aの入力に応じて、自動的に10個の離散値を圧接高さデータ806aとして出力している。このため、設計者自身が、圧接高さ推定部90により生成された圧接高さデータ806aを中心とした離散値を、荷重推定部100に入力しなくても、順次出力部130が自動的に入力してくれるので、簡単に、より詳しい接続特性を得ることができる。

【0143】

なお、上述した第2実施形態では、順次出力部130は、圧接高さデータ806aを順次出力するように配置されていた。しかしながら、順次出力部130を、スロット幅推定部80と圧接高さ推定部90との間に設け、スロット幅データ706aの入力に応じて、順次出力部130が、自動的に入力してきたスロット幅データ706aを含む10個の離散値をスロット幅データ706aとして出力することも考えられる。

【0144】

以上のような構成の設計支援システム10によって推定されたスロット幅データ706aを横軸とし、このスロット幅データ706aに対応して推定された引拔力データ1006a、接触抵抗データ606a及び606bを縦軸としてグラフを描くと、例えば、図10(b)に示すような圧入(圧接)特性が得られる。

【0145】

また、順次出力部130は、上述したスロット幅データ706aや、圧接高さデータ806aを順次出力するものに限らず、必要であれば、荷重データ906aを順次出力するようにしてもよい。

【0146】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1記載の発明によれば、推定手段が、既知接続データの入力に応じて、未知接続データを推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいの未知接続データが得られるか設計者が把握することができるので、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる設計支援システムを得ることができる。

【0147】

請求項2記載の発明によれば、学習機能に優れた多層フィードフォワード型ニューラルネットワークを用いることにより、正確に未知接続データを推定することができるので、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる設計支援システムを得ることができる。

【0148】

請求項3記載の発明によれば、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいのクリンプ幅、クリンプ高さ、圧縮率、固着力、接触抵抗が得られるか設計者が把握することができるので、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる設計支援システムを得ること

ができる。

【0149】

請求項4記載の発明によれば、C/W推定手段、C/H推定手段が各々、既知接続データの入力に応じて、圧着後のクリンプ幅、クリンプ高さを推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいのクリンプ幅及びクリンプ高さが得られるか設計者が把握することができる。しかも、C/W推定手段が生成したクリンプ幅データが、クリンプ高さを推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部としてC/H推定手段に入力されていることにより、設計者自身が、クリンプ幅を推定してC/H推定手段に入力する必要がないので、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる設計支援システムを得ることができる。

【0150】

請求項5記載の発明によれば、圧縮率推定手段が、既知接続データの入力に応じて、圧着後の圧縮率を推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいの圧縮率が得られるか設計者が把握することができる。しかも、C/W推定手段が生成したクリンプ幅データ及びC/H推定手段が生成したクリンプ高さデータが、圧縮率を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として圧縮率推定手段に入力されていることにより、設計者自身が、クリンプ幅及びクリンプ高さを推定して圧縮率推定手段に入力する必要がないので、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる設計支援システムを得ることができる。

【0151】

請求項6記載の発明によれば、固着力推定手段が、既知接続データの入力に応じて、圧着後の固着力を推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいの固着力が得られるか設計者が把握することができる。しかも、C/W推定手段が生成したクリンプ幅データ、C/H推定手段が生成したクリンプ高さデータ及び圧縮率推定手段が推定し

た圧縮率データが、固着力を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として固着力推定手段に入力されていることにより、設計者自身が、クリンプ幅、クリンプ高さ、圧縮率を推定して固着力推定手段に入力する必要がないので、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる設計支援システムを得ることができる。

【0152】

請求項7記載の発明によれば、抵抗推定手段が、既知接続データの入力に応じて、圧着後の接触抵抗を推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいの接触抵抗が得られるか設計者が把握することができる。しかも、C/W推定手段が生成したクリンプ幅データ、C/H推定手段が生成したクリンプ高さデータ及び圧縮率推定手段が推定した圧縮率データが、接触抵抗を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として抵抗推定手段に入力されていることにより、設計者自身が、クリンプ幅、クリンプ高さ、圧縮率を推定して抵抗推定手段に入力する必要がないので、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる設計支援システムを得ることができる。

【0153】

請求項8記載の発明によれば、手入力したクリンプ幅データを使って、未知接続データの推定を行うことができるので、使い勝手の良い設計支援システムを得ることができる。

【0154】

請求項9記載の発明によれば、設計者自身が、C/H推定手段により生成されたクリンプ高さデータを中心とした離散値を、圧縮推定手段、固着力推定手段又は抵抗推定手段に入力しなくても、順次出力手段が自動的に入力してくれるので、簡単に、より詳しい接続特性を得ることができる設計支援システムを得ることができる。

【0155】

請求項 10 記載の発明によれば、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいのスロット幅、圧接高さ、荷重、引抜き力、接触抵抗が圧入後に得られるか設計者が把握することができるので、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる設計支援システムを得ることができる。

【0156】

請求項 11 記載の発明によれば、スロット幅推定手段、圧接高さ推定手段が各々、既知接続データの入力に応じて、圧入前のスロット幅、圧入後の圧接高さを推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいのスロット幅及び圧接高さが得られるか設計者が把握することができる。しかも、スロット幅推定手段が生成したスロット幅データが、圧接高さを推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として圧接高さ推定手段に入力されていることにより、設計者自身が、スロット幅を推定して圧接高さ推定手段に入力する必要がないので、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる設計支援システムを得ることができる。

【0157】

請求項 12 記載の発明によれば、荷重推定手段が、既知接続データの入力に応じて、圧入後の荷重を推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいの荷重が得られるか設計者が把握することができる。しかも、スロット幅推定手段が生成したスロット幅データ及び圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータが、荷重を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として荷重推定手段に入力されていることにより、設計者自身が、スロット幅及び圧接高さを推定して荷重推定手段に入力する必要がないので、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる設計支援システムを得ることができる。

【0158】

請求項 13 記載の発明によれば、引抜き力推定手段が、既知接続データの入力に応じて、圧入後の引抜き力を推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいの引抜き力が得られるか設計者が把握することができる。しかも、スロット幅推定手段が生成したスロット幅データ、圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータ及び荷重推定手段が生成した荷重データが、引抜き力を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として引抜き力推定手段に入力されていることにより、設計者自身が、スロット幅、圧接高さ及び荷重を推定して引抜き力推定手段に入力する必要がないので、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる設計支援システムを得ることができる。

【0159】

請求項 14 記載の発明によれば、抵抗推定手段が、既知接続データの入力に応じて、圧入後の接触抵抗を推定することにより、接続データに従って、実際に導線とコネクタとを接続しなくても、だいたいどれくらいの接触抵抗が得られるか設計者が把握することができる。しかも、スロット幅推定手段が生成したスロット幅データ、圧接高さ推定手段が生成した圧接高さデータ及び荷重推定手段が生成した荷重データが、接触抵抗を推定するのに必要な既知接続データの少なくとも一部として抵抗推定手段に入力されていることにより、設計者自身が、スロット幅、圧接高さ及び荷重を推定して抵抗推定手段に入力する必要がないので、設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが、より一層簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる設計支援システムを得ることができる。

【0160】

請求項 15 記載の発明によれば、手入力したスロット幅データを使って、未知接続データの推定を行うことができるので、使い勝手の良い設計支援システムを得ることができる。

【0161】

請求項 16 記載の発明によれば、設計者自身が、圧接高さ推定手段により生成

された圧接高さデータを中心とした離散値を、荷重推定手段、引抜き推定手段又は抵抗推定手段に入力しなくても、順次出力手段が自動的に入力してくれるので、簡単に、より詳しい接続特性を得ることができる設計支援システムとすることができる。

【0162】

請求項17記載の発明によれば、設計者自身が、スロット幅推定手段により生成されたスロット幅データを中心とした離散値を、圧接高さ推定手段、荷重推定手段、引抜き推定手段又は抵抗推定手段に入力しなくても、順次出力手段が自動的に入力してくれるので、簡単に、より詳しい接続特性を得ることができる設計支援システムとすることができる。

【0163】

請求項18記載の発明によれば、設計者自身が、接続データ及びその接続データを中心とした離散値を入力しなくても、入力した既知接続データ及びその既知接続データを中心とした離散値に対応する未知接続データを自動的に得ることができるので、簡単に、より詳しい接続特性を得ることができる設計支援システムとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の設計支援システムの第1実施形態を示す図である。

【図2】

図2（a）及び（b）は圧着接続に用いるコネクタ端子12の形状を示す展開図及び側面図であり、図2（c）及び（d）は圧着作業に用いられるアンビル13とクリンパ14Aの形状を示す図であり、図2（e）は固着力を示す図であり、図2（f）はコネクタ端子12と導線11Aとの圧着後の状態を示す図である。

【図3】

順次出力部70の出力を説明するための図である。

【図4】

各推定部を構成するニューラルネットワーク16を説明するための図である。

【図 5】

図 5 (a) は、図 1 に示す設計支援システムに入力される既知接続データの一例であり、図 5 (b) は、図 1 に示す設計支援システムが推定した結果を示す図であり、図 5 (c) は、図 1 に示す設計支援システムを用いて推定されたクリンプ高さ対固着力、抵抗及び圧縮率の関係を示すグラフである。

【図 6】

図 1 に示す設計支援システムの応用例を示す図である。

【図 7】

本発明の設計支援システムの第 2 実施形態を示す図である。

【図 8】

圧入（圧接）接続に用いるコネクタ端子 12 の形状を示す斜視図である。

【図 9】

順次出力部 130 の出力を説明するための図である。

【図 10】

図 10 (a) は、圧入（圧接）接続を行った際の圧接高さ l 対引抜力及び接触抵抗の関係を示すグラフであり、図 10 (b) は、圧入（圧接）接続を行った際のスロット幅 W 対引抜力及び接触抵抗の関係を示すグラフである。

【図 11】

圧着接続を行った際のクリンプ高さ C/H 対固着力及び接触抵抗の関係を示すグラフである。

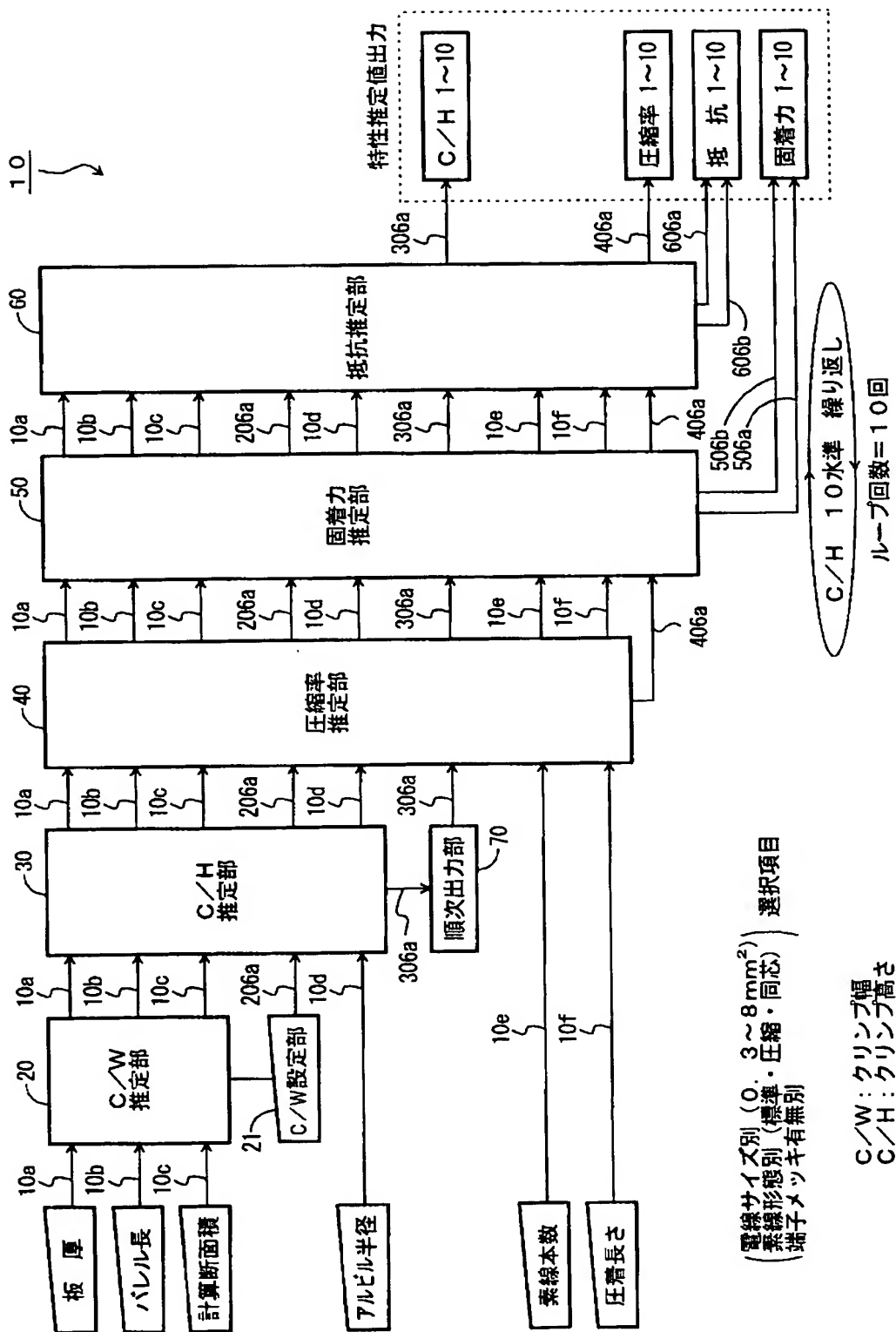
【符号の説明】

- 11A 導線
- 11B 絶縁被覆
- 12 コネクタ端子
- 12D スロット
- W スロット幅
- l 圧接高さ
- C/W クリンプ幅
- C/H クリンプ高さ

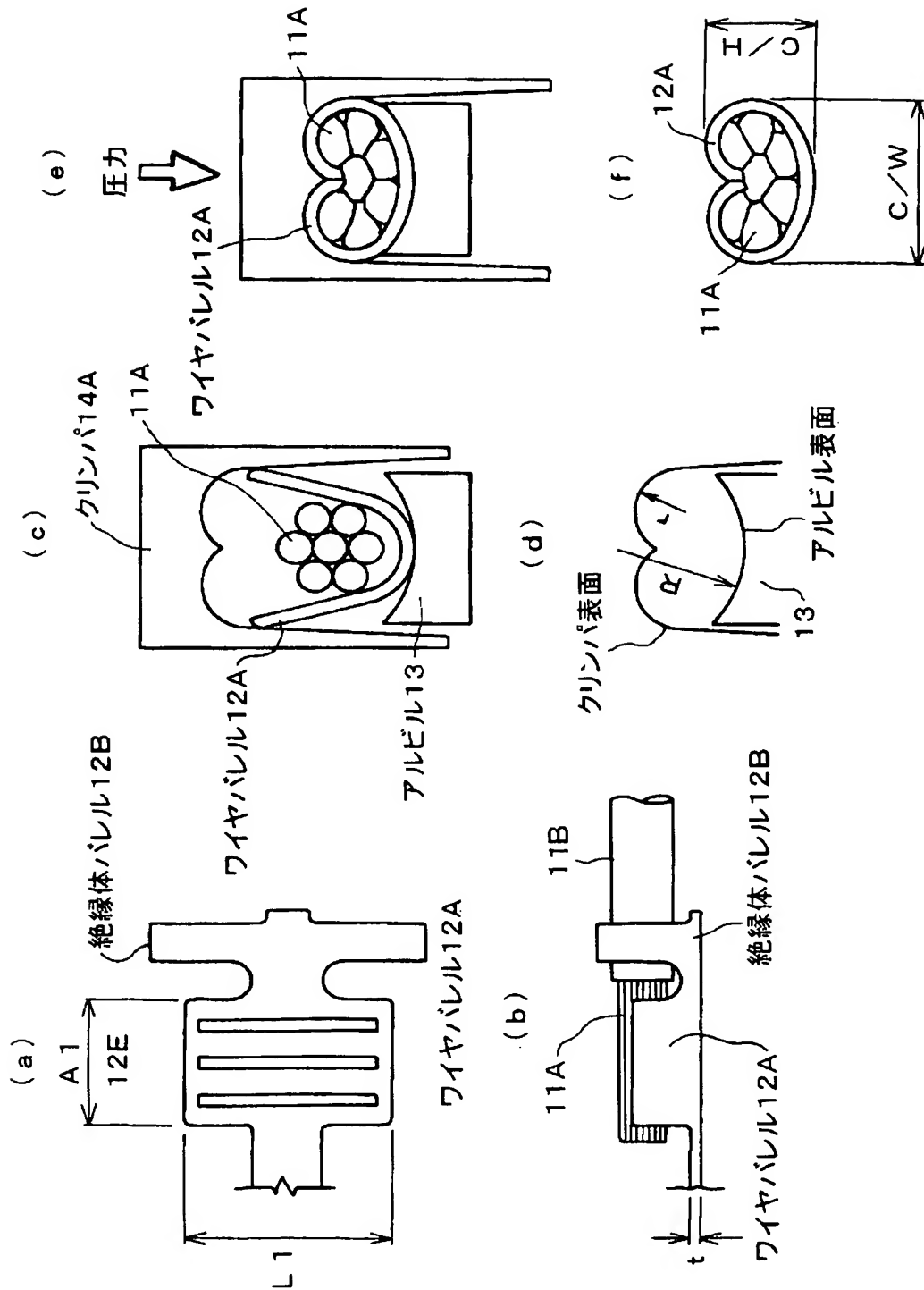
- 2 0 C／W推定部（C／W推定手段）
- 2 1 C／W設定部（入力手段）
- 3 0 C／H推定部（C／H推定手段）
- 4 0 圧縮率推定部（圧縮率推定手段）
- 5 0 固着力推定部（固着力推定手段）
- 6 0 抵抗推定部（抵抗推定手段）
- 7 0 順次出力部（順次出力手段）
- 8 0 スロット幅推定部（スロット幅推定手段）
- 8 1 スロット幅設定部（入力手段）
- 9 0 圧接高さ推定部（圧接高さ推定手段）
- 1 0 0 荷重推定部（荷重推定手段）
- 1 1 0 引抜力推定部（引抜力推定手段）
- 1 2 0 抵抗推定部（抵抗推定手段）
- 1 3 0 順次出力部（順次出力手段）

【書類名】 図面

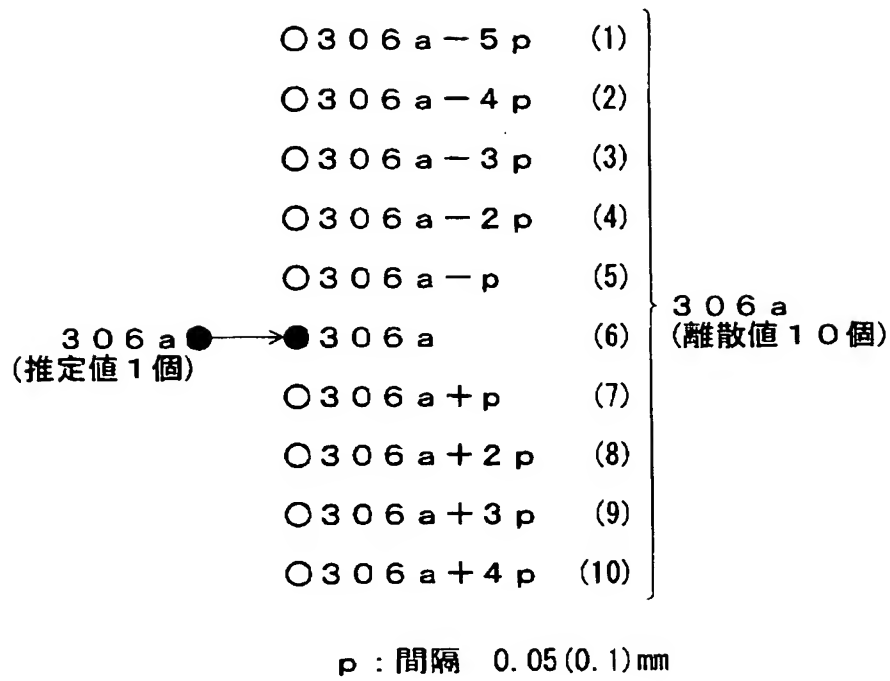
【図 1】



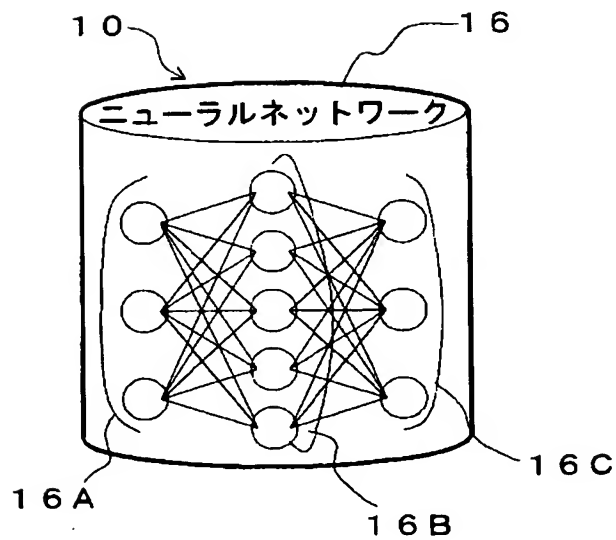
【図 2】



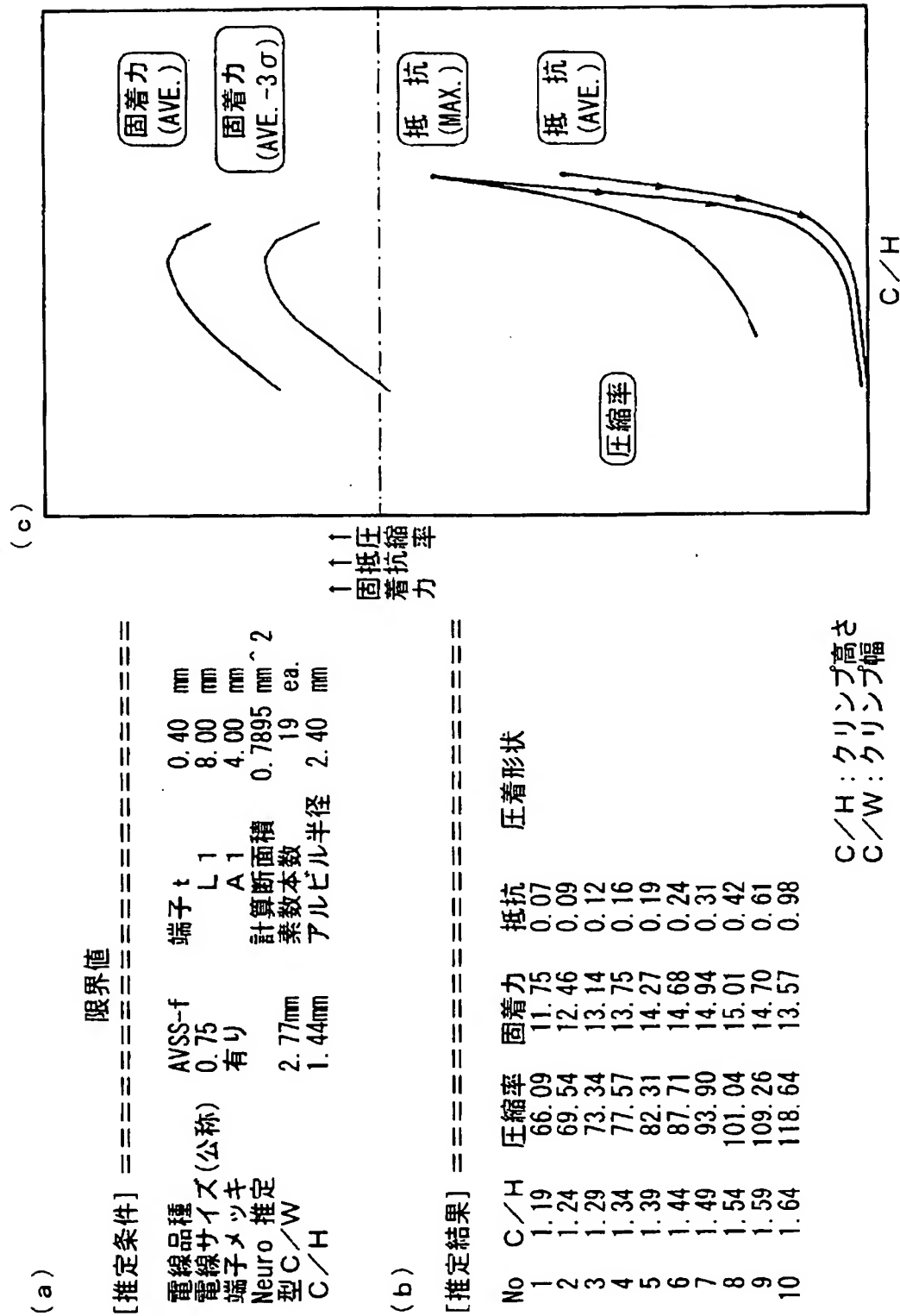
【図 3】



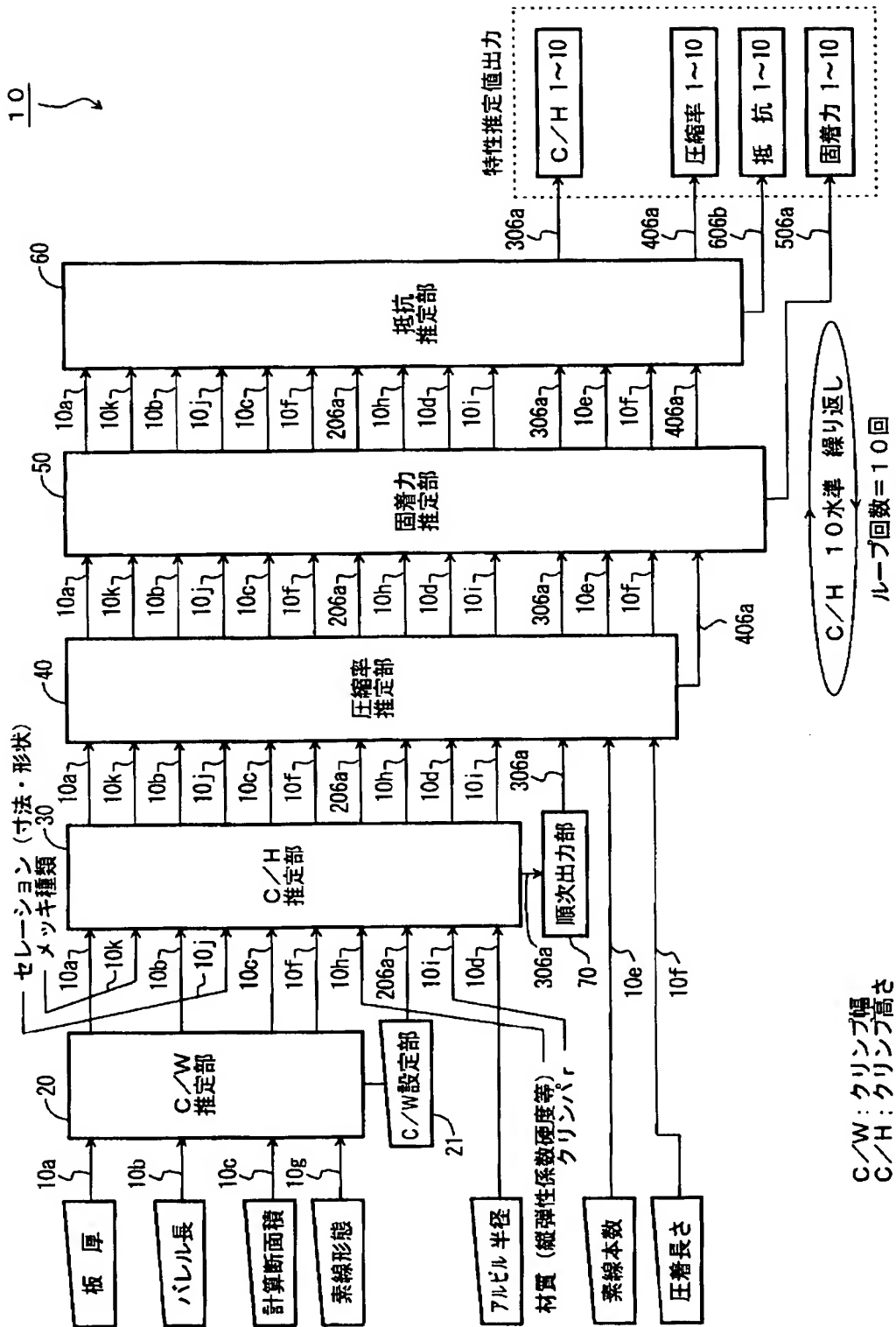
【図 4】



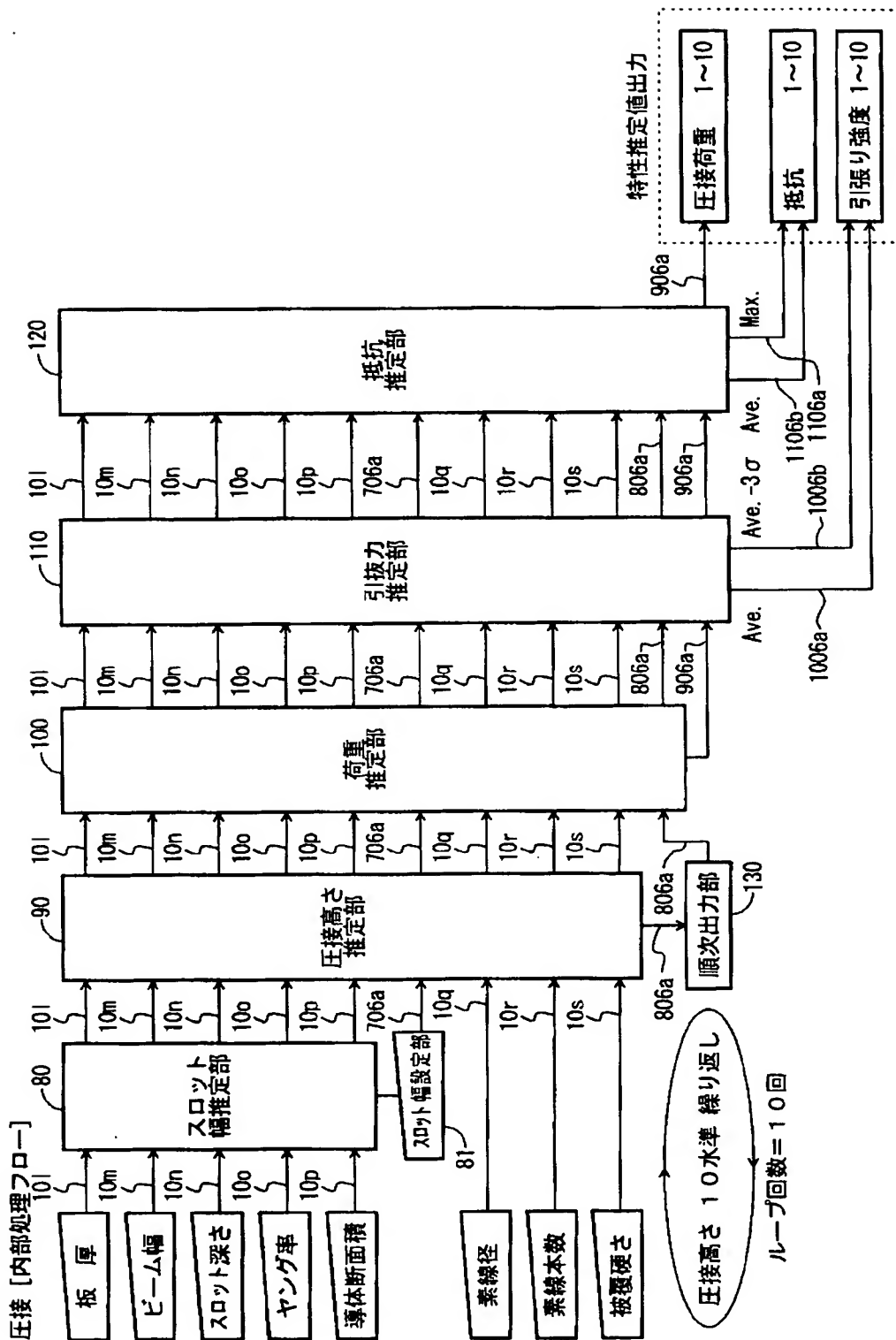
【図 5】



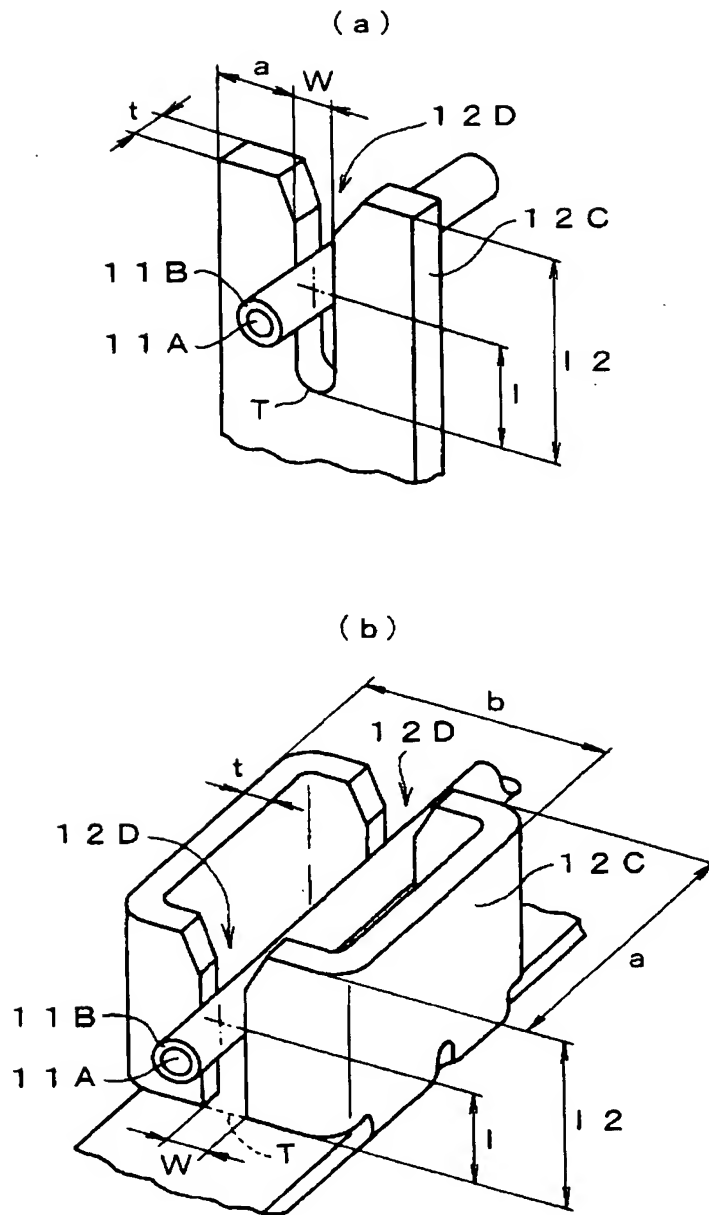
【図 6】



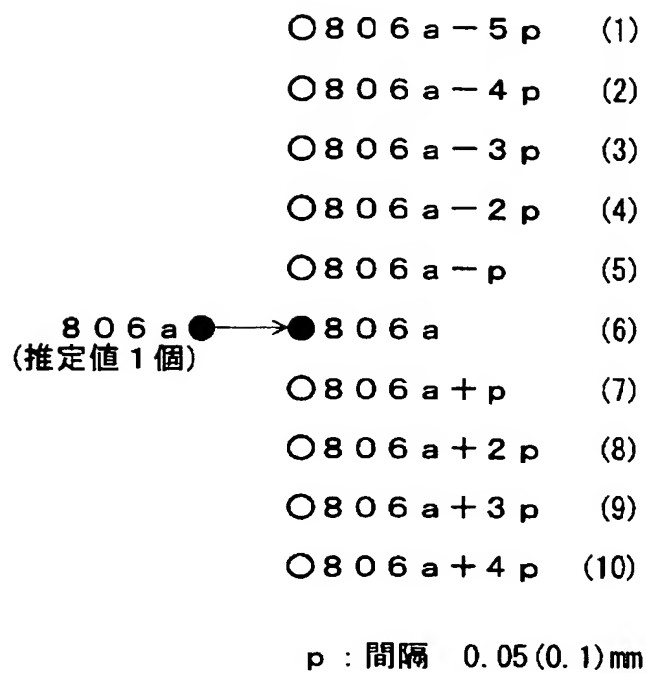
【図 7】



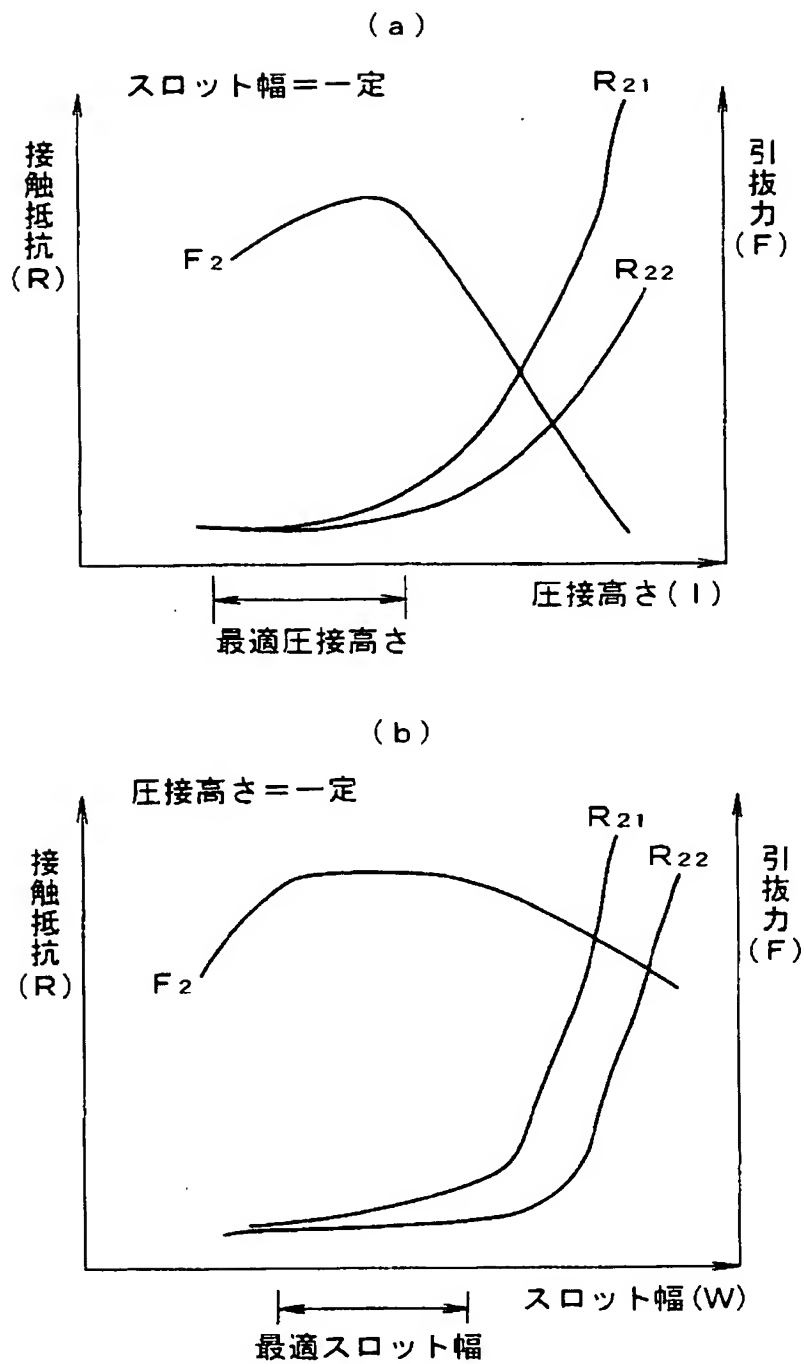
【図 8】



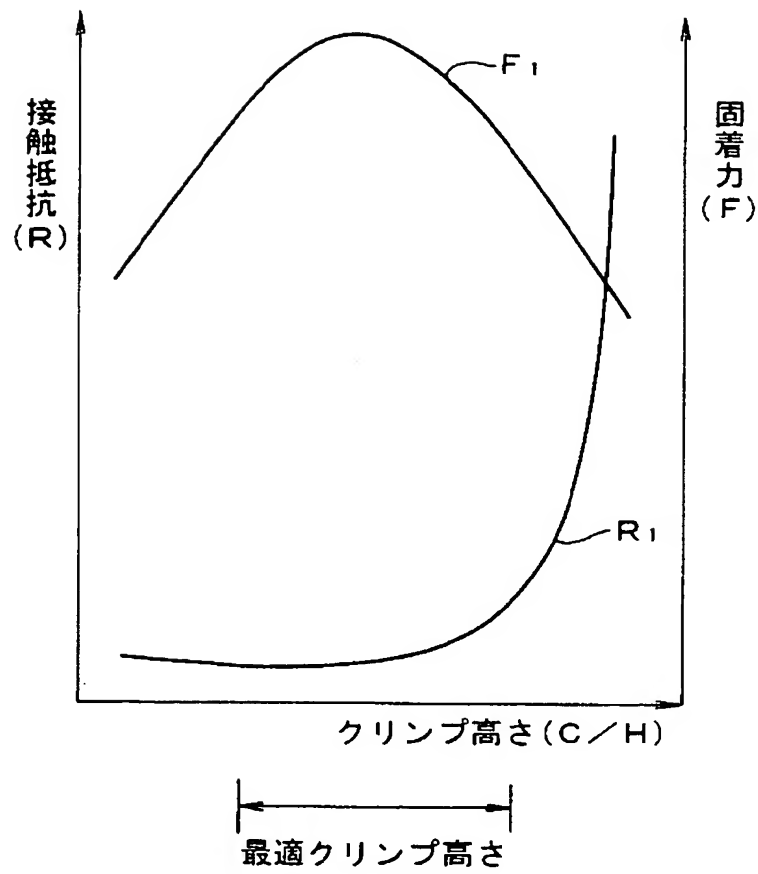
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 設計者の経験に左右されることなく、導線とコネクタ端子との接続設計を誰もが簡単に、かつ、短時間に行えるように支援することができる設計支援システムを提供する。

【解決手段】 接続設計にかかる既知接続データと、その既知接続データに対する接続設計にかかる未知の接続データとの関係が予め学習された推定部20、30、40、50、60が、学習結果に基づき、既知接続データの入力に応じて、既知接続データに対する未知接続データを推定する。各推定部20、30、40、50、60は、複数のニューロンから構成される層が、入力層から中間層を介して出力層へ向かう方向に結合されている多層フィードフォワード型ニューラルネットワークから構成される

【選択図】 図1

特願 2002-269739

出願人履歴情報

識別番号

[000006895]

1. 変更年月日

1990年 9月 6日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区三田1丁目4番28号

氏 名

矢崎総業株式会社